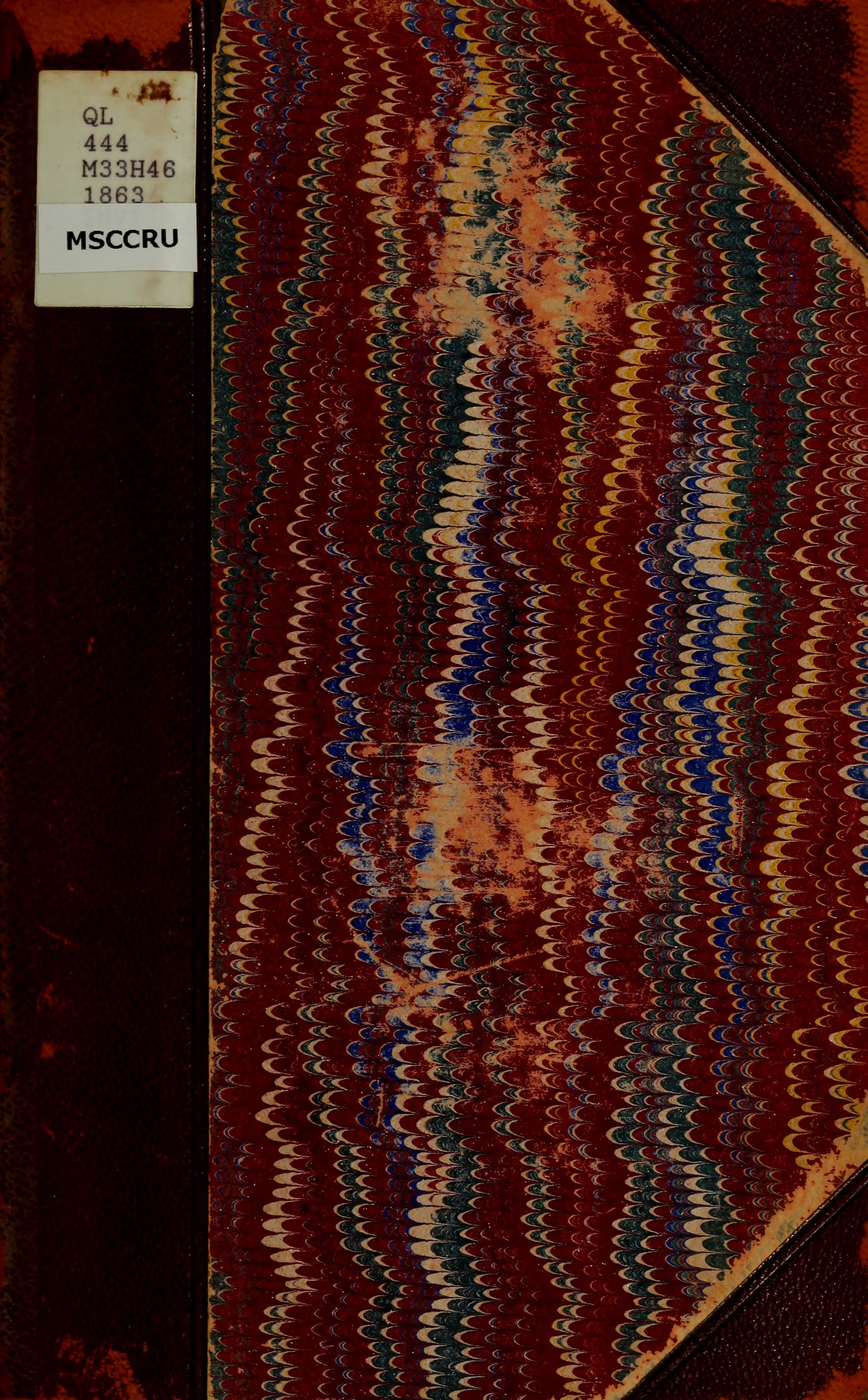
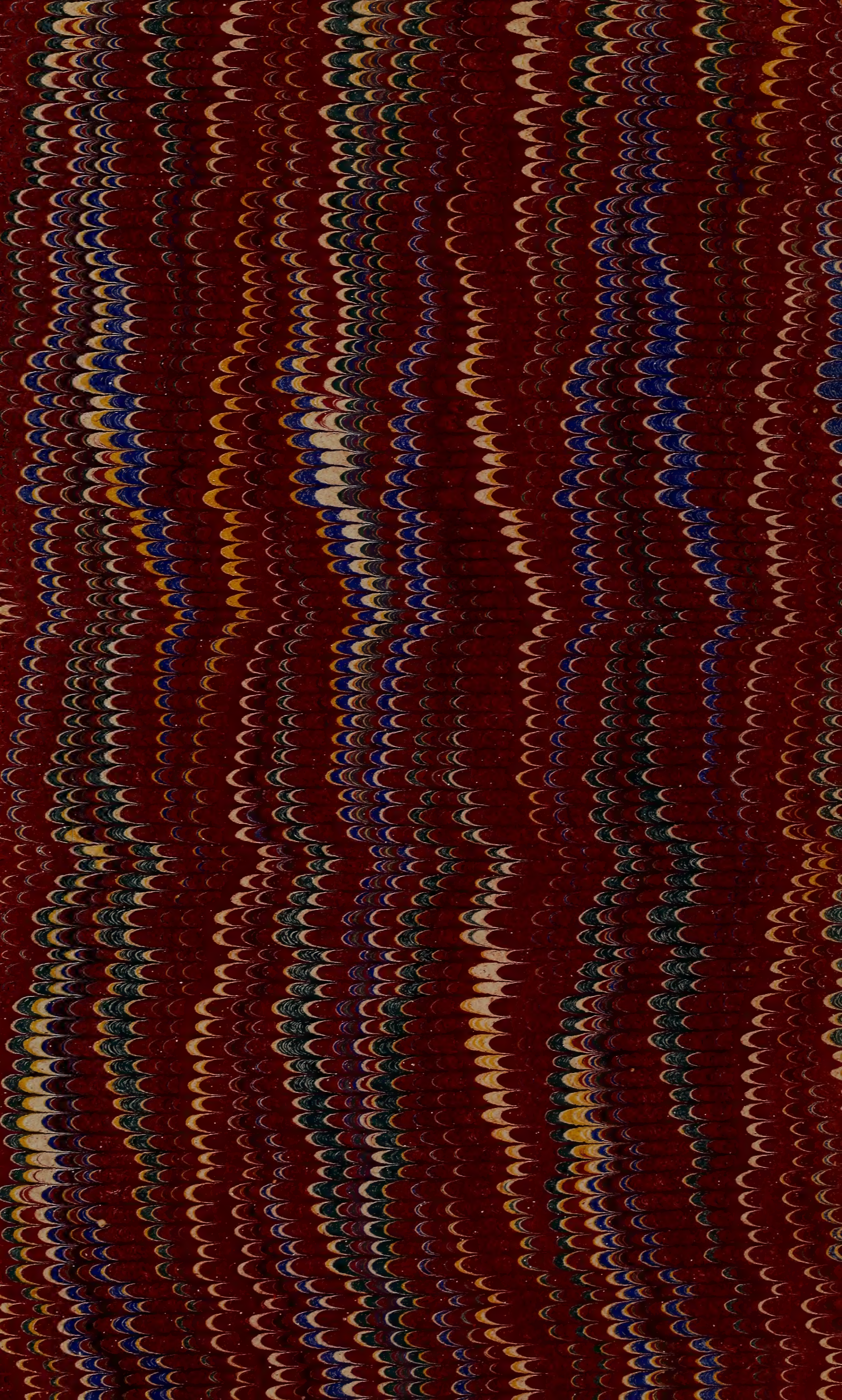
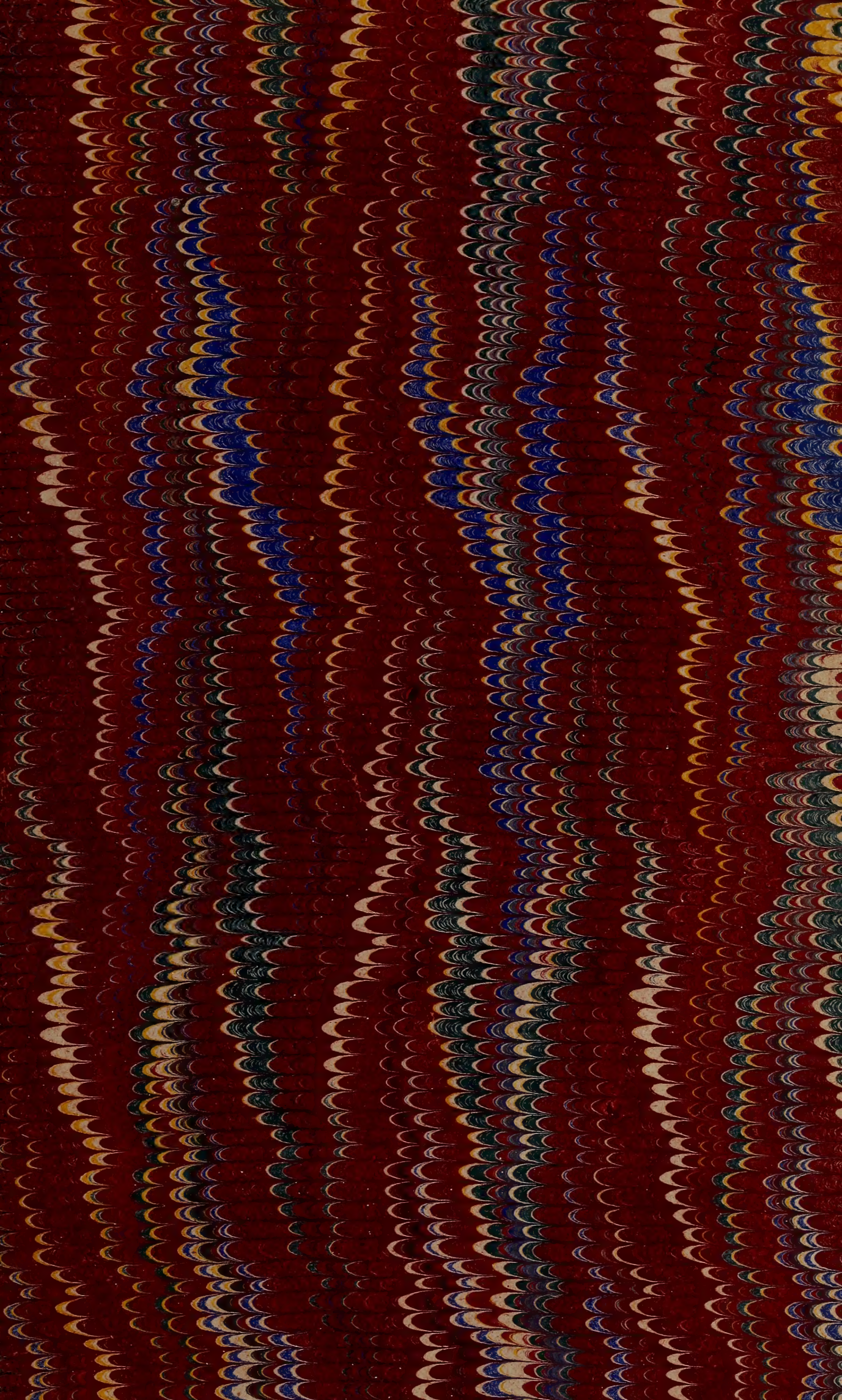
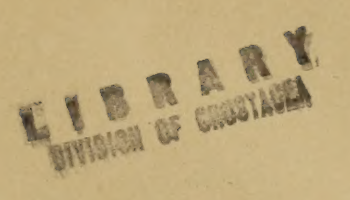
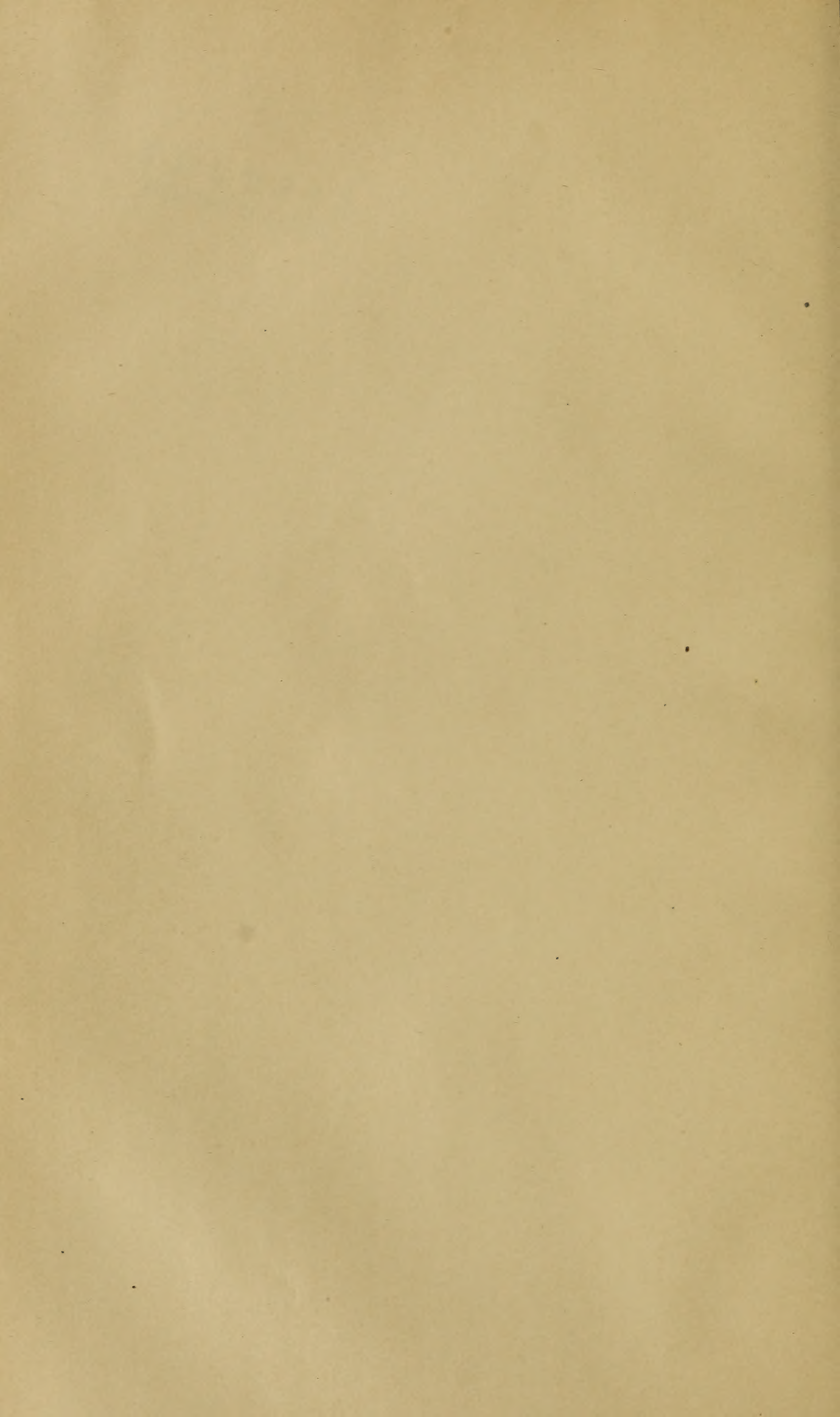
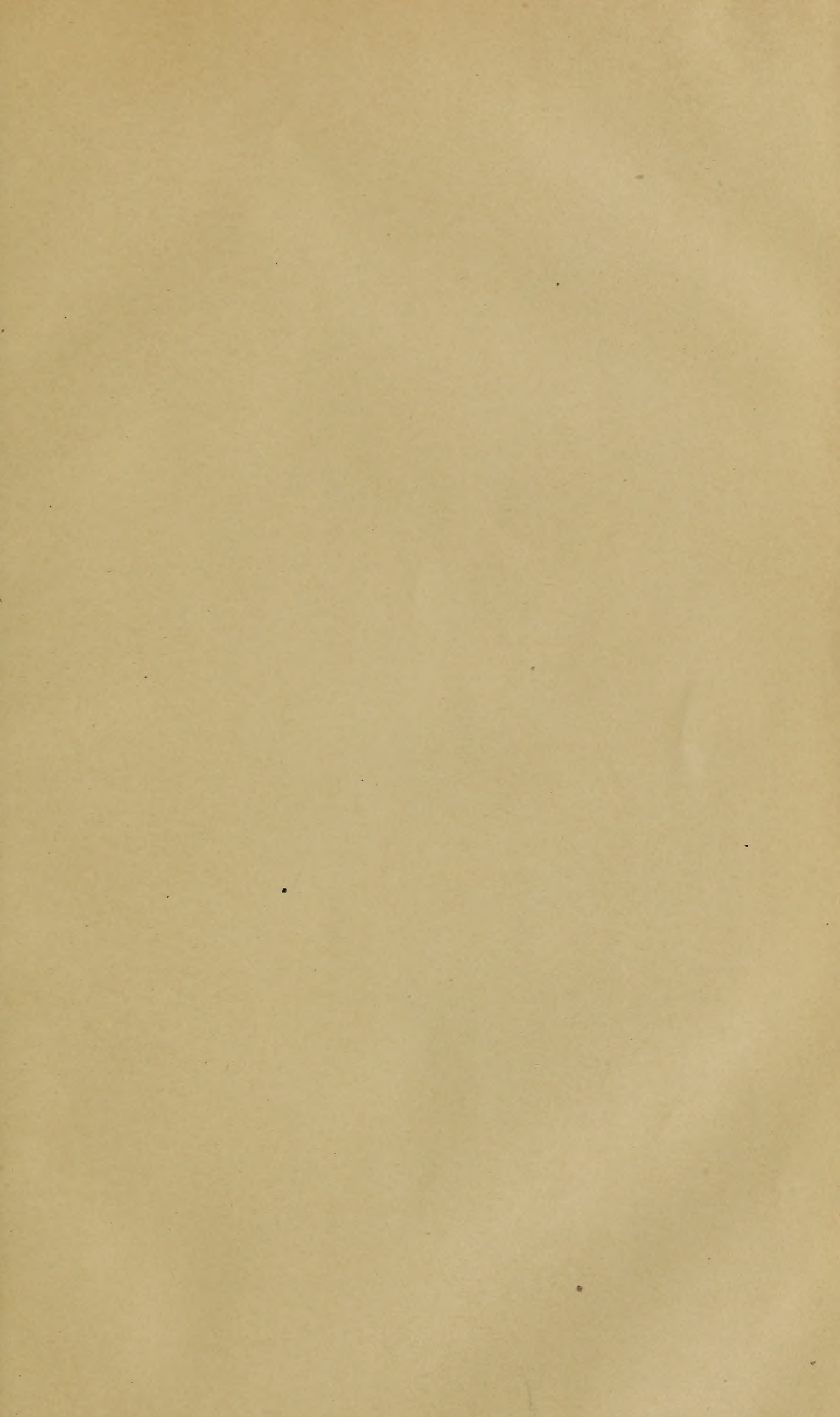

QL
444
M33H46
1863
MSCCRU

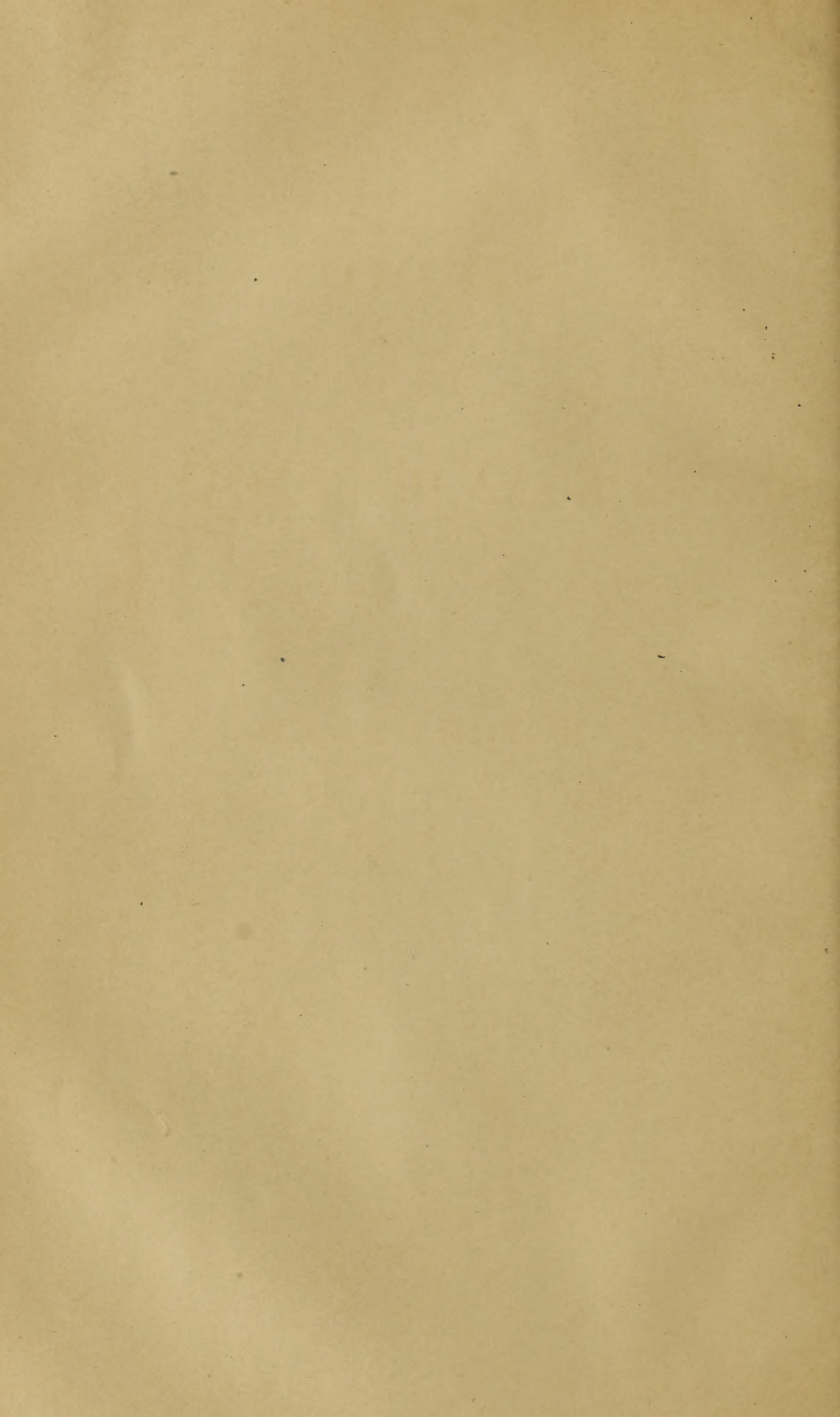


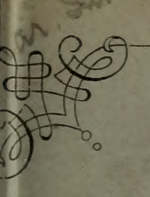












STUDIEN

ÜBER DAS

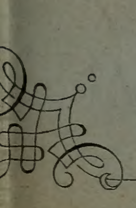
GEHÖRORGAN DER DECAPODEN

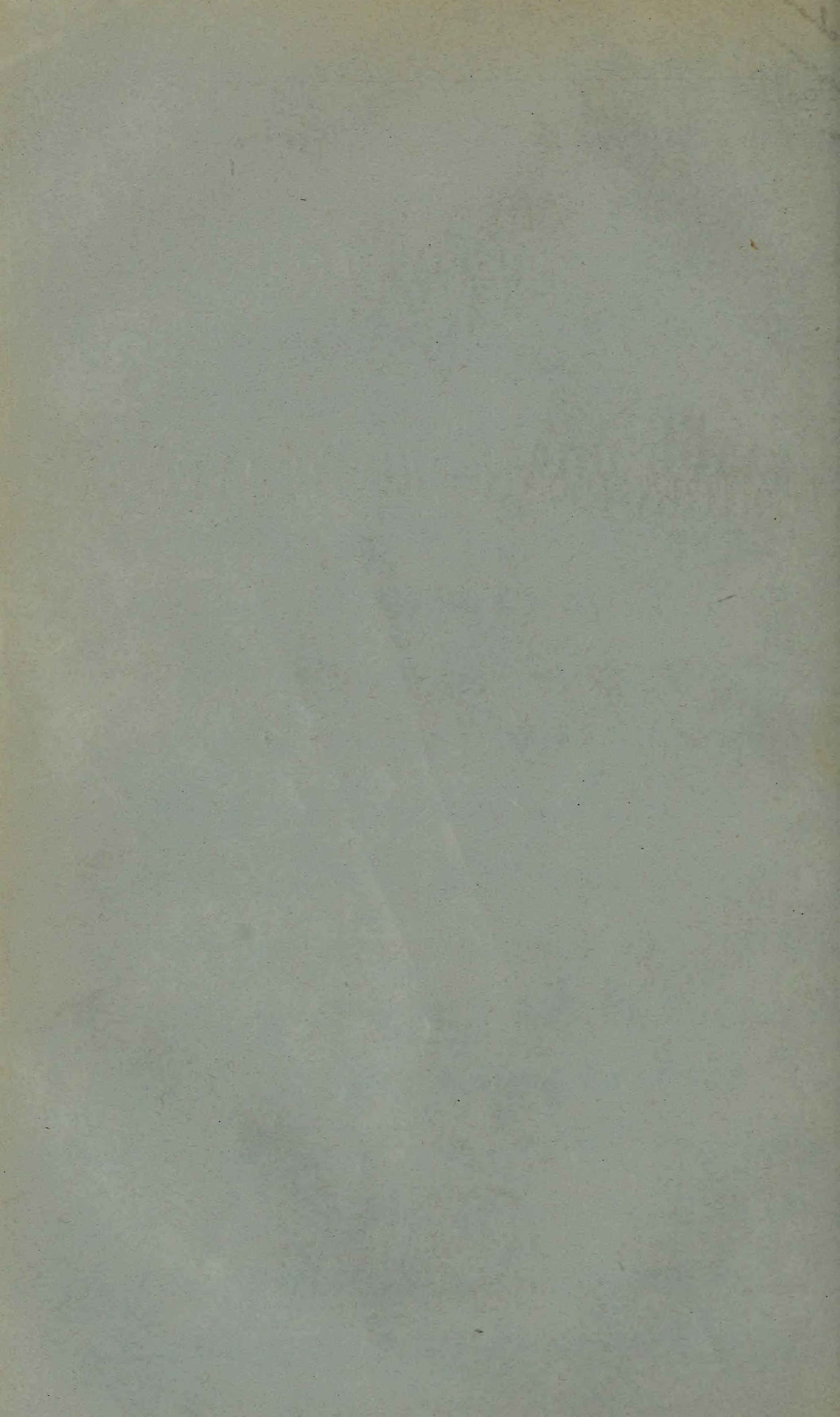
VON

D[R.] V. HENSEN,
PROSECTOR IN KIEL.

MIT 4 TAFELN.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1863.





STUDIEN

ÜBER DAS

GEHÖRORGAN DER DECAPODEN

VON

DR. V. HENSEN,
PROSECTOR IN KIEL.

MIT 4 TAFELN.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1863.

(Abdruck aus der Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. XIII. Bd. 3. Hft. 1863.)

HERRN

PROFESSOR D$^{R.}$ A. KÖLLIKER

IN WÜRZBURG,

SEINEM

HOCHVEREHRTEN LEHRER

WIDMET DIESE SCHRIFT

DER VERFASSER.

Inhalt.

Seite

I. Darstellung der Sachlage 1—9.

Das Gehörorgan der höher organisirten Krebse liegt gewöhnlich im Basaltheil der inneren, nicht aber, wie man lange Zeit annahm, als sog. »Hörcylinder« in dem ersten Gliede der äusseren Antenne. Es ist nach den neueren ausgezeichneten Darstellungen des Gegenstandes vielleicht nicht mehr nöthig das auszusprechen, aber eine Darstellung der Sachlage ist doch erforderlich.

Der »Hörcylinder«, von *Minasis*[1]) 1775 zuerst beschrieben, besteht aus mehreren Theilen. In der Nähe des Mundes, zuweilen sogar nach *v. Siebold*'s[2]) Entdeckung unter dem Mundrande versteckt, liegt ein kleiner hohler, vorragender zuweilen beweglicher Conus, dessen Seitenwände aus auffallend harter Schalenhaut gebildet werden, während sein äusseres Ende von einer relativ weichen Chitinhaut überzogen ist, die am besten wohl dem Corneagewebe des Krebses gleichzustellen ist. Diese Haut, die man mit einem Trommelfell oder der Membran des runden Fensters verglichen hat, besitzt in der Mitte einen Schlitz, durch den man in das Innere des Körpers gelangen kann. Auf dem Wege kommt man zwar zunächst in den zweiten Theil unseres Apparates, in eine mit Flüssigkeit erfüllte Blase, auf welcher ein besonderer Nerv sich verbreitet. Die Blase hat einen Hals, welcher noch im Cylinder steckt, ihr Körper dagegen ruht mehr frei hinter diesem. Zu dem ganzen Apparat tritt ein eigener Nerv.

Man hat in dieser Einrichtung gar Vieles zu finden geglaubt, was sie zum Hören geschickt mache, namentlich hob man hervor, dass doch ein Cavum tympani, an dessen Eingang ein Trommelfell ausgespannt sei, und vor Allem eine mit Nervenausbreitung versehene Blase nachgewiesen

1) Dissertatio su de Timpanetti dell' udito scoperti nel Granchio Paguro 1775. Citirt nach *Scarpa*.

2) Vergleichende Anatomie pag. 442. Scylarus arctus.

werden könne. Der ziemlich weite Schlitz spricht nun entschieden gegen die schallleitende Function jener Haut, die Blase dagegen könnte gewiss als Hörorgan dienen, wenn vom Ende der Nerven her Apparate in ihre Flüssigkeit hinein ragten, wie sie von den Wirbelthieren und Mollusken beschrieben sind oder wie wir sie von den Krebsen werden kennen lernen. Aber solche Einrichtungen finden sich nicht; daher liegt kein Grund vor, den Cylinder mit der Hörfunction in Beziehung zu setzen und das um so weniger, als er von den Autoren für Anderes in Anspruch genommen wird. Es hat nämlich *Neuwyler*[1]) gefunden, dass die bekannte grüne Drüse in directe Verbindung mit der Labyrinthblase trete, so zwar, dass sie ihr Secret durch den Schlitz des Cylinders ergiesst. *Häckel*[2]), der die Oeffnung im Cylinder für die Entleerung des Harns in Anspruch nimmt, erwähnt, dass die Membran der grünen Drüse ununterbrochen in das Chitin der äusseren Haut übergehe. Nach seinem Bericht hat *Strahl* die Drüse vom Cylinder aus mit Quecksilber injicirt, wodurch *Neuwyler*'s Angaben bestätigt würden; es soll sich ferner nach Jenem im Cylinder ein complicirter Muskelapparat, von dem auch schon Andere reden, vorfinden, welcher die Bewegung des Schlitzes (aus dem bei Reizung Flüssigkeit austritt) vermittle. *Häckel* selbst scheint den Cylinder nicht untersucht zu haben. *Leydig*[3]), der übrigens die Einmündung der Drüse in die Blase nicht für sicher demonstrirt erachtet, entrückt dieses Gebilde vollends unserem Bereiche, denn, indem er mit *Zenker* die grüne Drüse bei niederen Krebsen in dem »Schalendrüse« benannten Apparat wiederfindet, ist er wohl geneigt, das bekannte Haftorgan dieser, dem die Schalendrüse stets anliegt, mit dem Cylinder der Decapoden, dem die grüne Drüse anhängt, in eine Reihe zu stellen.

Alle die letzteren Autoren lassen also das in Rede stehende Gebilde zunächst für die vegetativen Functionen des Körpers bestimmt sein, ich trete dieser Meinung um so lieber bei, als ich nicht im Stande war an dem Apparat von Palaemon und Crangon irgend eine Structur zu finden, die auf ein Sinnesorgan zu deuten wäre. Selbst an den, für solche Untersuchungen überaus günstigen, frisch abgeworfenen Häuten lassen sich keinerlei Anhänge oder auffallende Poren entdecken; man sieht nur übereinstimmend mit den Angaben *Häckel*'s, dass von der Spalte des »Trommelfells« eine äusserst dünnwandige Membran in die Körperhöhle hineingeht, deren Ende jedoch bei meinen Präparaten stets unregelmässig ein- und abgerissen erschien. Es kann diese Beobachtung auch gegen die englischen Autoren (*Farre*, *Spence Bate*) geltend gemacht werden, welche das Geruchsorgan in den Cylinder hineinverlegen wollen. Uebrigens meine ich noch besonders *Leydig*'s Aufstellung durch

1) Anatomische Untersuchungen über den Flusskrebs. Verhandl. d. schweizer. naturf. Gesellschaft 1841.

2) *Müller*'s Archiv f. Anatomie 1857. pag. 551.

3) Naturgeschichte der Daphniden pag. 24.

die Thatsache stützen zu können, dass sich bei Mysis vorn seitlich am Cephalothorax die Windungen einer Schalendrüse vorfinden. Der Cylinder liegt an der gewöhnlichen Stelle. An einer sehr durchsichtigen Mysisart beobachtete ich, dass das »Trommelfell« förmlich als Ventil gebraucht wurde und in ziemlich raschem Wechsel den Cylinder schloss oder öffnete.

Das wahre Gehörorgan der Krebse ward, ein böses Omen! von Anfang an ungünstig aufgenommen; es haben sich zwar ausgezeichnete Forscher sehr entschieden für Deutung der betreffenden Gebilde als Hörapparate ausgesprochen, aber ungewohnte Verhältnisse haben noch bis zur Stunde eine allseitige Anerkennung gehindert.

Unser Organ ward zuerst 1811 von *Rosenthal*[1]) beschrieben, der die Höhle, den Eingang zu derselben und die streifige Verbreitung der Nerven an ihr recht wohl erkannte, der Steine in der Höhle geschieht jedoch keine Erwähnung. Aber schon *Treviranus*[2]), der den Befund von *R.* bestätigt, fand den Sand auf der Höhle der Blase.

Nach ihm und ohne seiner zu erwähnen beschrieb *Farre*[3]) die Hörblase und zwar von Astacus (marinus und fluviatilis), Pagurus und Palinurus, deutete sie aber gleich richtig. Den wesentlichen Inhalt der schönen Abhandlung dieses Autors geben wir hier wieder.

Am ausführlichsten werden die Verhältnisse des Hummers geschildert. Die Decke der, in der Basis der inneren Antenne liegenden Blase ist eine dünne, kalkfreie Membran, welche eigentlich als der oberen Antennenwand angehörig betrachtet werden kann. An ihrem vorderen Ende findet sich eine kleine, runde, mit Haaren bekränzte, der Erweiterung fähige Oeffnung; welche bei einigen Individuen durch eine Klappenbildung noch ausdehnbarer gemacht wird. Wenn man die ganze obere Decke entfernt, kommt man auf einen häutigen, ringsum freien, nur an der Wand der erwähnten Oeffnung aufgehängten Sack, der beinahe das ganze Antennenglied ausfüllt; wenn man von obenher untersucht, findet man stets eine Anzahl kleiner Sandkörnchen darin, die einen bestimmten Platz inne haben. Auch bei den anderen untersuchten Thieren fand *Farre* die Sandkörnchen in gleicher Weise, und daher müssen diese durch die Oeffnung von aussen hereingekommenen Theile als stellvertretender Apparat für die Otolithen anderer Thiere betrachtet werden. Wenn diese Steine entfernt werden, bemerkt man auf der unteren Lamelle des Sackes eine halbcirkelförmige Linie, welche aus mehreren Reihen von Haarfortsätzen besteht, von denen besonders eine Reihe stark hervortritt. Bei 200maliger Vergr. erkennt man, dass die Haare hohl und ausserordentlich fein gefiedert sind, während sie im Innern anscheinend Nervengranula enthalten. Die Haare zeigten sich an ihrer

1) Ueber den Geruchssinn der Insecten. *Reil's* Arch. f. d. Physiol. Bd. 10. 1811. pag. 427.

2) Biologie Bd. 6. pag. 309.

3) On the Organ of hearing in Crustacea; Philos. Transact. 1843. pag. 233.

Basis, wo sie von den Wandungen eines Porencanals entspringen, kugelförmig erweitert.

Der Nervus acusticus entspringt zwischen den Nervenästen für die beiden Antennen und geht isolirt an die Unterfläche des Hörsackes, wo er hauptsächlich in der Nähe der Haare einen dicken Plexus bildet, um sich, nach der oberen Fläche zu gehend, zu verlieren.

Dies ganze Verhalten zeigte sich im Wesentlichen ebenso bei den anderen Krebsen. Oeffnung, Sand, Haare, dünne isolirte Wandungen des Sackes waren mehr oder weniger entwickelt auch hier vorhanden.

Alsdann bespricht *Farre* die Bedeutung des Apparates; er erachtet die Hörfunction desselben dadurch begründet, dass ein gesonderter, vom Gehirn entspringender Nerv reiche Plexus auf einem »Vestibularsack« bildet[1]).

Die Oeffnung des Bläschens ist immer genügend gross, um den »Hülfsotolithen« den Durchgang zu verschaffen, die ihrer Natur nach ja von aussen hineinkommen müssten.

Alsdann unterzieht er die Haare seiner Betrachtung. Es seien diese mit Nervenmasse gefüllten Fortsätze eine Einrichtung, um die Nervenenden in der Weise zu vervielfältigen, dass sie die leisesten Schwingungen der Flüssigkeit, welche den Sack ausdehne, empfänden. Aber um diese Wirkung noch zu verstärken seien Sandkörner hinzugebracht, Nebenotolithen, die, sich frei in dem flüssigen Inhalte des Sackes bewegend, beträchtlich die Vibrationen der Flüssigkeit vermehren würden.

Jedoch wahrscheinlich würden die Nerven noch kräftiger durch einen unmittelbaren Contact mit den Steinen selbst erregt. Die Thatsache, dass die Steine immer auf derjenigen Oberfläche sässen, welche bei gewöhnlicher Lage des Thieres die niedrigste sei, dass folglich die Steine durch ihr Gewicht stets in Berührung oder dicht an den Haaren sein müssten, scheine anzudeuten, dass unmittelbare Berührung nöthig für die Function dieses Organs wäre. Die leiseste Bewegung der Flüssigkeit bringe ein oder mehr Partikel in Berührung mit ein oder mehreren Haaren, und in der That sei, in Anbetracht der Zahl und Beweglichkeit der Sandkörner, und in Betracht der Verbreitung der Haare und ihres zarten Flaumes, es fast unmöglich, dass die geringste Bewegung in der Flüssigkeit eintreten könne, ohne Sandtheile in Berührung mit den Fortsätzen zu bringen, und so die Fortpflanzung der Bewegung zu bewirken.

In demselben Jahre fand *Souleyet*[2]) ein Gehörorgan in einigen pelagischen Krebsen, namentlich in Leucifer; in der inneren Antenne dieses Thieres liege ein kleiner glänzender Körper, der ihm ein Otolith zu sein scheine.

1) *Rosenthal* schloss auf ein Geruchsorgan, weil Nerv und Cochlea vorhanden seien! Heute sehen wir ganz verwundert, wie locker diese Schlussfolgerungen waren; hinter welchen falschen Analogien mögen sich unsere Trugschlüsse wohl bergen?

2) Comptes rendus 1843. Bd. II. pag. 665. Anmerk.

Interessant und zur Vorsicht mahnend ist die Art, wie namentlich *Farre*'s Entdeckungen aufgenommen wurden. *Erichson*[1]) schliesst seinen Bericht über dessen Arbeit: »Ich habe mich nicht davon überzeugen können, bei einem —— frisch getödteten Flusskrebs, fand ich das Häufchen Sand in der Höhlung des fraglichen Organes still liegend, während Otolithen hin und her schwingen müssten. Ich kann daher auch die Ansicht des Verfassers über dies Organ nicht theilen.«

Siebold[2]), der auch noch bei Palaemon, Nephrops und Maja die fraglichen Organe erkannte, aber dennoch in der Blase des Cylinders aus oben erwähnten Gründen das wahre Gehör zu erkennen glaubte, sagt: »Es ist schwer zu begreifen, wie *Farre* diese Höhlen als Gehörwerkzeuge ausgeben konnte, wobei die Sandkörner, welche von aussen zufällig in das Innere dieser Höhle gelangen, die Rolle von Otolithen spielen können.« Ueber *Souleyet* sei erst die weitere Bestätigung abzuwarten.

Auch *van d. Hoeven* sprach sich, einer Angabe *Huxley*'s gemäss, in seiner Zoologie gegen *Farre*'s Ansichten aus.

Leuckart und *Frey*[3]) beschäftigten sich darauf mit dem Gehörorgan unserer Thiere; auch sie erklären jedoch *Farre*'s Hülfsotolithen für »eine sehr gewagte Conjectur«. Diese Forscher nun entdeckten im Schwanze von Mysis in einem geschlossenen Bläschen einen Otolithen. Es war dies ein concentrisch geschichteter, krystallinischer aus Kalk und Chitin bestehender Körper, von welchem Haare, die in seine Masse hineingehen, herausragten.

Alsdann veröffentlichte *Huxley*[4]) eine Note, in welcher er entschieden für *Farre*'s Ansicht eintritt, allerdings auf die Hülfsotolithen geht er nicht näher ein. Er bestätigt *Souleyet*'s Angaben für Leucifer und beschreibt ausserdem das Gehörorgan eines Palaemon der Südsee. Die innere Antenne sei mit einem äusseren getrennten Dorn versehen. Zwischen ihm und dem Körper der Antenne sei eine schmale Spalte. Diese leite in eine birnförmige, von dünnen Wandungen umschlossene Höhle, die in der Antenne läge, im Grunde dieser Höhle finde sich eine Reihe in gekrümmter Linie stehender Haare, deren Basis blasig erweitert sei. Diese Haare berührten einen grossen länglichen, stark lichtbrechenden Otolithen, den sie zu stützen schienen. Der Antennennerv versorge die gekrümmte Linie an der Basis der Haare.

Leuckart's spätere Arbeit[5]) hat unter uns Deutschen einigermaassen Anerkennung der fraglichen Organe bewirkt. *L.* schliesst sich an *Farre*

1) Archiv f. Naturgeschichte 1844. Bd. II. pag. 337. oder Bericht über die Leistungen in der Entomologie 1844. pag. 89.

2) Vergl. Anatomie pag. 441. Anmk.

3) Beiträge zur Naturgeschichte wirbelloser Thiere.

4) Annales and Magasin of Natural History 1851. pag. 304.

5) Ueber die Gehörwerkzeuge der Krebse. Archiv für Naturgeschichte Jahrg. XIX. Bd. I. 1853. pag. 255.

und *Huxley* im Wesentlichen an, »es giebt nicht blos eine Anzahl von Krebsen, bei denen das Bläschen in dem Basalgliede der inneren Antenne nach Form, Bau und Inhalt mit dem Gehörorgan anderer niederer Thiere vollständig übereinstimmt; sondern auch Uebergangsformen zwischen diesen Bildungen und dem gewöhnlich sogenannten Geruchsorgane.« Nur über die Natur der Otolithen ist *Leuckart* anderer Ansicht wie *Farre*. Dass die Concremente in Säuren nicht löslich seien, habe nur für schwächere Säuren Geltung. »Von concentrirter Schwefelsäure werden dieselben unter Gasentwicklung angegriffen, nach und nach auch (freilich nur langsam und unvollständig) aufgelöst«. In der Lösung bilden sich Gypskrystalle.

Leuckart theilt die Gehörorgane in zwei Gruppen, 1) geschlossene Bläschen mit einem Otolithen, 2) offene Räume mit in der Regel mehrfachen Gehörsteinen. Die Zahl der Krebse des ersten Typus vermehrt er durch die Entdeckung des Organes bei Mastigopus und Hippolyte viridis. Bei Ersterem fand er einen glashellen, nicht geschichteten Otolithen, in einer geschlossenen Höhle der inneren Fühler. Bei Hippolyte fand sich in der äusseren Seitenschuppe, welche dem äusseren Seitendorn bei Mastigopus entsprechen dürfte, die fragliche Blase. Die Oberfläche des Otolithen ist mit zahlreichen, netzförmig sich durchkreuzenden Furchen durchzogen, die als dünne Risse bis weit in die Substanz hineindringen.

Die andere Form des Organes ward bei Palaemon (4 Species) und bei Pasiphea nachgewiesen. Bei Palaemon squilla besteht der Inhalt der Blase aus einem einfachen, sphärischen Otolithen, der sehr leicht zerfällt und deutliche Klüftungsspalten zeigt, andere Palaemon hatten jedoch nur kleine Steinchen in der Höhle, die sich aber durchaus nicht anders verhielten, wie die isolirten Bruchstücke des Steines von P. squilla.

Das Gehörbläschen liegt nun nicht frei und lose im Basalgliede, hängt auch nicht etwa an einzelnen, beschränkten Stellen mit dem Skelet zusammen, sondern ist an seiner ganzen oberen Fläche fest gewachsen. Es ist eine Lamelle des Antennenskeletes, die sich bläschenförmig nach innen abgehoben hat. Das Bläschen von Palaemon besitze eine Spalte, und zwar nicht *Huxley*'s Längsspalte, sondern eine Querspalte mit eigenthümlicher Klappe.

Bei den kleineren Arten ist die Innenfläche des Gehörbläschens völlig glatt und eben, bei einer grossen indischen Art findet sich im Grunde des Bläschens eine Bogenreihe von grossen Borsten. Bei Pasiphea wurde bald ein Stein, bald ein Haufen kleinerer getroffen. Bei Crangon, Nika konnte *Leuckart* kein Gehörorgan finden.

Im Jahre 1856 veröffentlichte dann *Krøyer*[1]) eine kurze Notiz über unser Organ; ausführlich aber giebt er seine Erfahrungen etwas später, als Anhang seiner Monographie über Sergestes[2]). Es waren ihm bis zur

1) Oversigt Kongl. danske Vidensk. Selskb. pag. 170.

2) Videnskb. Selskabet Skrifter 1859. Bd. 4. Hft. 2.

Drucklage der Arbeit *Leuckart*'s eben referirte Untersuchungen unbekannt geblieben, und daher giebt er öfter schon Bekanntes, doch sagt er, seine Arbeit müsse willkommen sein, da sie im Wesentlichen mit *Leuckart* übereinstimme, in weniger wichtigen Dingen jedoch abweiche, auch auf ein reicheres Untersuchungsmaterial sich stütze. *Krøyer* hat die Gehörorgane gesehen bei: Sergestes, Leucifer, Mysis, Pagurus, Palaemon, Pandalus, Peneus, Hippolyte, Crangon, Astacus, Nephrops, Homarus, Palinurus, Portunus, Lithodes, Galathea, Lupea, Platycarcinus, Pericera, Hyas.

Er stellt dieselben zwei Typen wie *Leuckart* auf; der erste ist der bei weitem seltnere, da *Krøyer* ihn nur bei Sergestes, Leucifer, Mysis und Phyllosoma angetroffen hat. Er bezweifelt *Huxley*'s und *Leuckart*'s einschlägige Beobachtungen an Palaemon und Hippolyte; entweder müssten sich diese Autoren im Befunde oder in der Bestimmung des Thieres geirrt haben.

Hinsichtlich des zweiten Typus hat der Verfasser nur bei ganz einzelnen Geschlechtern, Palinurus, Homarus, Astacus, mit einiger Sicherheit vom Dasein einer äusseren Spalte sich überzeugen können. Für die übrigen Arten ist er geneigt sie zu läugnen, die betreffenden Angaben seien wohl Täuschungen, da ja z. B. *Huxley* und *Leuckart* über Palaemon so sehr von einander abwichen.

Borstenreihen finden sich nach *Krøyer* sehr gewöhnlich, ja vielleicht stets in dem Inneren des Sackes angebracht, ein Verhalten, welches vielleicht in Verbindung mit der Bewegung der Otolithen stehen könnte.

Zwischen den Otolithen, deren Farbe häufig unrein ist, finden sich dunkle schmutzige Massen von unbekannter Bedeutung. *Farre* und *Siebold* irrten sich, als sie die Otolithen für Sandkörner nahmen. Wenn Autor auch davon absehen will, dass er bei den allermeisten Thieren keine Oeffnung hat finden können, so muss dieselbe, wenn vorhanden, zu klein sein um die ziemlich grossen Otolithen aufzunehmen. Wenn ferner diese Körper zufällig von aussen hereinkämen, so würden sie zuweilen fehlen, zuweilen vorhanden sein, sie würden bei derselben Art bald in grösserer, bald in geringerer Menge sich finden, das aber ist durchaus nicht der Fall. Verfasser hat auch niemals im Sacke Sand, sondern nur Kalkconcretionen getroffen, auch waren unter dem Gehörsand des Krebses stets einige Steine von der Form eines dreiseitigen Prisma's mit dreiseitiger Zuspitzung. Auch noch das Factum spricht gegen die Hülfsotolithen, dass bei einem beinahe neugeborenen Pagurus pubescens die Steine schon vorhanden waren.

Farre hat nur, sagt *Krøyer*, nie unter dem Mikroskope Druck angewandt, wenn man das thut, lassen sich die Partikel leicht in kleine Stücke zerdrücken und ritzen dabei nicht das Glas, was beweist, dass sie nicht Quarz sind.

Endlich bespricht *Krøyer* noch den Hörapparat von Mysis, an den er von letzten Bauchganglion einen Nerven herantreten sah, und dessen Hörfunction er vertheidigt.

Leydig[1]) hat schon früher bei Alpheus Sivado Risso also wohl = *Leuckart's* Pasiphea ein Gehörorgan vorgefunden, doch äussert er sich später[2]) wie folgt: »Ueber das ‚Ohr' des Flusskrebses liessen sich histologischerseits fast Bedenken aussprechen. Es ist mir bis jetzt nicht gelungen, etwas von spezifischen Elementartheilen zu erblicken; die Höhle wird von einer gewöhnlichen porenhaltigen Chitinhaut begrenzt, und die sog. Otolithen machen doch ganz den Eindruck von Steinchen, die von aussen hereingekommen sind. Zudem sieht man zugleich mit ihnen in der ‚Ohrhöhle' allerlei anderen Detritus, Panzer von Bacillarien, Navicularien etc.«

Somit habe ich referirt was zu finden war, sehr zu loben ist unsere Kenntniss des Crustaceengehörs gerade nicht. Selbst das Wenige, was wir davon wissen, ist bestritten und unsicher. Dies ist auffallend, denn eigentlich liegen die Verhältnisse gar nicht so sehr verborgen, so wenig, dass ich im Stande bin und mich erbiete jedem Mikroskopiker die wesentlichen Verhältnisse hier so zu demonstriren, wie sie die Abbildungen zeigen.

Meine Untersuchungen wurden zunächst und hauptsächlich an frischen Thieren angestellt, und zwar an denjenigen, welche mir hier zu Gebote stehen, nämlich Astacus marinus und fluviatilis Fabr., Carcinus maenas Lin., Crangon vulgaris Fabr., Palaemon antennarius Edw. und squilla[3]) Fabr., Hippolyte (?) Leach, Mysis spinulosus Sch. Ausserdem machte die Liberalität von Prof. *Behn*[4]), des Vorstehers der hiesigen zoologischen Sammlung, mir es möglich, noch über 20 weitere Krebsarten zu untersuchen, wodurch das Verständniss und die Uebersichtlichkeit der Verhältnisse ganz bedeutend gefördert wird. Freilich schien es besser, die Untersuchung der Spiritusexemplare, als eine weniger vollkommene, gesondert zu geben.

Der Gehörapparat der höheren Krebse besteht nun, kurz gesagt, darin, dass von der Endganglie eines Nerven ein feiner Faden in ein Chitinhaar hineintritt und an einen eigenthümlich gebildeten Theil der Haarwand sich festsetzt. Diese Haarwand ist so locker mit der Schalenhaut verbunden, dass sie bei entsprechenden Tönen recht bedeutende Schwingungen vollführen kann und vollführt. Das Haar selbst geht zuweilen noch in oder zwischen Steine hinein. Wir wollen die einzelnen Theile des Gehörapparates zunächst gesondert untersuchen und beginnen den anatomischen Theil mit

1) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie 1851. pag. 287.
2) Histologie pag. 280. Anmerk.
3) Darunter P. rectirostris Zaddach?
4) Der auch namentlich durch Literatur mich freundlichst unterstützte.

den Otolithen.

Diesen Bildungen ist, das ist wahr, kein besonderes Gewicht beizulegen, aber ihre Betrachtung hat schon deshalb voran zu gehen, weil sie bis jetzt den Kernpunkt der Untersuchungen und Fragen bildeten.

Es ist schon von *Leuckart* und *Krøyer* völlig richtig ausgesprochen, dass man wesentlich zwei Typen des Gehörorganes zu unterscheiden habe, je nachdem seine Blase offen oder geschlossen sei und dass nach diesem Verhältnisse sich auch durchgehends die Form der Otolithen richte. Wir werden diese Erfahrung völlig bestätigen, müssen jedoch noch zwei weitere Unterabtheilungen hinzufügen, nämlich geschlossene Hörblasen, welche der Otolithen ermangeln, und Gehörapparate, welche in einer Blase nicht eingeschlossen sind. Ueber die Vertheilung dieser Einrichtung sehe man unten die Tabelle.

Die Steine aus den offenen Hörblasen sind bereits von *Farre* abgebildet worden, doch kann man sie auch in unserer Fig. 1 bei etwas stärkerer Vergrösserung vom Hummer und Crangon finden. Ueber die Form derselben ist eigentlich nichts Besonderes zu sagen, namentlich beim Krebs und Hummer sehen sie ihrer Hauptmasse nach so aus wie weisser Sand unter dem Mikroskope, bei den Cariden freilich müsste man diesen Sand erst sehr fein sichten, um das Vergleichsobject zu gewinnen. Die grösste Menge der Steine sieht also aus wie Quarzpartikel, dazwischen finden sich andere Stücke, schwarz, blau, grau, roth, violett und namentlich viele weisse undurchsichtige Theile (Kalk), endlich jene unbestimmte dunkle Masse, von der schon *Krøyer* spricht.

Setzt man zu einem Haufen dieser Otolithen Salzsäure, so entwickeln sich Luftblasen in nicht unbedeutender Menge. Diese Blasenentwicklung findet bei Palaemon antennarius entschieden reichlicher statt wie in einer gleichen Quantität unseres Seesandes, der jedoch auch auf Säurezusatz Gas entwickelt. Nach dem Säurezusatz bleiben bei Palaemon die wie Quarz aussehenden Partikel ungelöst und man kann sie, die immerhin die Hauptmasse ausmachten, jetzt mit den stärksten Mineralsäuren kochen, sie bleiben ohne ihr Ansehen irgend geändert zu haben, während die übrigen Massen theils schwinden, theils zu formlosen gekörnten Materien zerfallen. Wenn die Quarzkörner gross genug, d. i. vom Hummer sind, lassen sie sich vor dem Löthrohr auf Kohle glühen ohne sich zu verändern. Eine Quantität ähnlich behandelter Steine von Palaemon gaben mit einer entsprechend geringen Menge von kohlensaurem Natron geschmolzen, eine klare, leider etwas röthlich gefärbte Perle. Alles Reactionen, die mit Entschiedenheit auf Kieselsäure deuten.

Material an Hummern und Krebsen mangelte mir zuletzt, und es ist so äusserst unbequem, die Otolithen von Palaemon und Crangon in grösserer Menge zu gewinnen, dass ich mit Berücksichtigung der nachfolgenden Angaben geglaubt habe, die weitere Analyse unterlassen zu dürfen.

Noch konnten die physikalischen Eigenschaften der Steine verfolgt werden. Zerquetscht man dieselben zwischen Glas, so zerbrechen sie recht leicht zu kleineren scharfkantigen Splittern, verletzen aber dabei das Glas, indem sie entsprechend ihrer Grösse Ritzen einschneiden. Um die Stellen, welche durch die Otolithen von Palaemon entstehen, zu erkennen, erfordert es bereits 300fache Vergrösserung. Ich habe Quarzsand in allen diesen Reactionen verglichen, finde aber keinen Unterschied.

Es möchte somit denn doch die Richtigkeit der Angaben *Farre*'s erwiesen sein; doch zu oft haben schon die Meinungen über diese Frage gewechselt, als dass wir nicht die gründlichste Erwägung hätten eintreten zu lassen.

Krøyer läugnet, dass Ritzen im Glase entstehen; wenn wir nicht annehmen wollen, dass er sich darin täuschte, so wäre daran zu denken, ob er nicht etwa Thiere, die auf Kreideboden lebten, vor sich gehabt hat.

Der Zwiespalt mit *Leuckart*'s oben gegebener Beschreibung hat mir sehr viel Arbeit gekostet. Am wenigsten widerstrebend fügen sich seine Beobachtungen über die Reaction der Steine. Wenn nämlich dieselben sich in Schwefelsäure nur langsam und unvollständig lösten, dabei aber Gypskrystalle entstanden, so ist dazu nur nöthig, dass neben Kieselsäure ziemlich viel Kalk vorhanden gewesen ist. *Leuckart* hat aber eine geschlossene Uebergangsreihe der Otolithenformen demonstrirt, eine Reihe, die so viel innere Wahrscheinlichkeit besitzt, die im Grunde auch so durchaus mit meinen Erfahrungen (besonders der, dass sich der Uebergang zwischen beiden Gehörformen im Palaemon machen muss) stimmt, sich auch so eng an die Angaben *Huxley*'s anschliesst, dass es mir oft schwer wurde, meinen Befunden ihr Recht zu lassen. Die Schwierigkeit mehrt sich dadurch, dass ich die beiden Formen von Otolithen unvermittelt lassen muss.

Der Uebergang macht sich nach *Leuckart* so, dass bei Hippolyte mit geschlossener Hörblase der Stein bereits rissig sei, dagegen bei Palaemon squilla mit offener Hörblase ein einziger Stein sich finde. Letztere Angabe kann ich nun durchaus nicht bestätigen, stets erschienen mir bei letzterem Thiere die Otolithen als ein Haufen sandartiger Steine, ein Haufen, der nie auch nur entfernt auf die Zerspaltung eines einzigen Steines zurückzuführen war. Jedoch ist es wahr, dass bei P. squilla sowohl als bei P. antennarius die Otolithenmasse eine recht wohl abgerundete Form hat, und da, wie wir später sehen werden, anzunehmen ist, dass die Thiere ein Secret für diesen Haufen liefern, könnte durch eine festere Verklebung, fester als sie mir bisher vorkam, das Verhalten dem eines einzelnen Steines etwas mehr genähert worden sein. Es ist schwer begreiflich, wie bei Thieren mit offener Ohrblase ein gewöhnlicher und regelmässiger Otolith sollte zu Stande kommen können; es müsste doch erst durch die ausgesonderte Kalkflüssigkeit die Spalte verschlos-

sen werden, diese ist aber bei Palaemon stets ganz frei. Auch in Beziehung auf *Huxley*'s Palaemon muss ich daran festhalten, dass entweder die Spalte fehlte oder der Otolith aus Sand bestand. Die Spalte hat *Huxley*, darin stimme ich mit *Leuckart* überein, auf jeden Fall falsch gesehen, wahrscheinlich ist es mir, dass die Spalte, die auch in der Figur nicht gezeichnet ist, nicht vorhanden war, sondern dass der Sack völlig geschlossen gewesen ist.

Bei den bisherigen Befunden habe ich mich nun aber um so weniger beruhigen dürfen, als geltend gemacht war, dass die Steine gar nicht durch die respectiven Blasenöffnungen hindurchkönnten. *Krøyer* stellt diese Muthmaassung aus dem Grunde auf, weil er die Oeffnung nicht finden konnte, *Leuckart* beruft sich darauf, dass schützende Haare sie versperrten. Untersuchen wir diese Einwände! Wo mehrere Steine waren, habe ich immer, wenn ich suchte, eine Oeffnung der Höhle gesehen, bei Carcinus maenas und den Brachyuren findet sich keine Oeffnung, aber auch keine Steine. Die Haare verengen allerdings den Eingang bei Hummer, Krebs und Crangon, aber sie sind auch sehr biegsam, das kann man zuweilen bei Crangon beobachten, wenn die Ohrhöhle so mit Steinen gefüllt ist, dass die Spitze von einigen zwischen den sie von oben her zusammenhaltenden Haaren sich durchdrängt. Zum Schutze allerdings gegen Infusorien sind sie stark und dicht genug.

Zu einem definitiven Abschluss kommen wir durch die Beobachtung der Entstehung der Steine. Die Untersuchung ist relativ leicht, weil man nicht auf die Embryonalperiode zurückzugreifen braucht, sondern die alten Thiere dafür benutzen kann, denn bei der Häutung werfen diese ihre Gehörblase, also auch die Otolithen ab, und alsdann geschieht die Neubildung der letzteren.

Nun geht freilich die Häutung so rasch vor sich, dass es schwer ist, darüber zuzukommen, jedoch wird man es sich dadurch bequem machen, dass man einen Palaemon dicht vor der Häutung (woran das Stadium zu erkennen sei, s. u.) isolirt; häutet er sich dann nicht etwa über Nacht, so stelle man ihn ruhig einige Tage hin, alsdann füttere man ihn mit Muscheln oder Würmern und nach wenigen Stunden wird er nun seine Haut abwerfen; ohne Fütterung kommt die Häutung nicht leicht zu Stande. Als ich, dies Verfahren befolgend, einen Palaemon gleich nach der Häutung untersuchte, war durchaus kein Stein in der Höhle vorhanden, liess ich das Thier wieder frei, so fanden sich schon nach einigen Stunden unregelmässige Steinbröckel in der Höhle, an Aussehen den Sandpartikeln entsprechend. Ausser diesen fand sich noch schwarze undefinirbare Masse vor, wie sie auf dem Boden des Gefässes lag, von einer Neubildung von Steinen in der Höhle war keine Andeutung zu finden. Weitere Entscheidung stand zu erwarten, wenn man dem Thier während der Häutung alle Sandpartikel entzog. Trotz wiederholter Versuche ging die Sache doch nicht nach Wunsch, nach 8 Ta-

gen fand sich stets etwas Masse und Steinbröckel vor, wenngleich so wenig, dass die Zeichnung des Otolithensackes Fig. 31, zu welcher ein solches Thier diente, auch den Grund der Blase berücksichtigen konnte. Wahrscheinlich stammten die Massen in der Blase von Theilen, welche dem Körper angehangen hatten oder auch aus seinem Kothe.

Interessant war es, den Palaemon zu beobachten, wie er eifrig mit seinen Scheeren auf dem Boden des Glases umhergriff und sie dann an die Ohrblase hinführte, ich sah zwar nicht, dass er etwas zwischen den Scheeren hatte, jedoch sieht man die Körner der Blase schon recht schwierig mit blossem Auge! Immerhin bestätigte die Beobachtung die Vermuthung, dass es sich hier um einen der Sinnesthätigkeit dienstbar gemachten Instinct handle; gesichert scheint das durch folgende Beobachtung.

Drei Thiere Palaemon antennarius, welchen die Häutung bevorstand, wurden in filtrirtem Salzwasser in ein Gefäss gesetzt, dessen Boden durch Krystalle von reiner Harnsäure bedeckt war. Sie häuteten sich die ersten zwei Tage nicht, darauf fütterte ich sie, und nach zwei Stunden hatte eines, das nur allein gefressen hatte, sich gehäutet. Ich nahm die Haut fort und fand in der Ohrhöhle den gewöhnlichen Sand, keine Harnsäure. Nach drei Stunden nahm ich das betreffende Thier heraus und fand in dessen Ohrhöhlen kein einziges Sandpartikel, dagegen eine grosse Menge von Harnsäurekrystallen, so dass durch diese der Sand vertreten war. Die beiden andern Thiere häuteten sich erst am folgenden Tage, ich liess sie darauf noch zwei Mal 24 Stunden in der Flüssigkeit, tödtete sie dann und legte sie einige Zeit in dünne Čr. Dadurch gelang es, die Weichtheile aus der Antenne zu entfernen und man sah nun wiederum, dass die Hauptmasse der Otolithen aus den Harnsäurekrystallen bestand, jedoch fand sich namentlich mehr im Centrum noch andere schwärzliche Masse. Die Fig. 21 zeigt dieselbe aus dem Hörsack des dritten Thieres im Querschnitt. Ich setzte nun zu dem Präparat Essigsäure und bemerkte eine reichliche Menge von Luftblasen, die aus dieser Masse aufstiegen, ohne dass jedoch eine Lösung der letzteren selbst dabei eintrat. Natron, welches die Harnsäure löste[1]), liess diese Substanz in der Kälte unverändert. Man könnte nun geneigt sein, unbestimmte, Kohlensäure entwickelnde Materie als Secret der Hörblase aufzufassen, jedoch ist mir diese Annahme unsicher geworden. Die Thiere hatten während der Tage eine gewisse Menge Koth excernirt, der in dem engen Gefäss theilweise auf der Harnsäure gelegen haben mag, und so ins Ohr gesteckt ward, davon, dass der Koth von Palaemon mit Säuren stark aufbraust, habe ich mich mit Rücksicht auf diese Frage überzeugt.

1) Die reine Ū verdanke ich Herrn Assistenten *Jürgensen*, es waren wenig charakteristische Formen, doch könnte es fast dem ärgsten Zweifler genügen, wenn ich anfügen kann, dass ich durch Na O und Säuren noch in der Blase die mikroskopischen Formen der Harnsäurekrystalle hervorbrachte.

Durch alle diese Erfahrungen halte ich *Farre*'s Ansicht für definitiv festgestellt; sollten selbst Oeffnungen gefunden werden, welche für die Hülfsotolithen zu klein sind, würde die Weichheit des Panzers nach der Häutung schon genügen, diese Schwierigkeit zu heben. Palinurus, der nach *Farre* viele Otolithen trägt, hat keine Scheeren dieselben in den Ohrsack zu tragen, doch ist die Bildung seiner Antennen so, dass er nur einmal mit dem Kopfe durch den Sand zu graben braucht, um Otolithen zu bekommen.

Noch können wir diesen Gegenstand nicht ganz verlassen, denn die Lagerung der Steine verdient unsere Beachtung. Beim Hummer, beim Krebs, wahrscheinlich bei allen grösseren Thieren breitet sich der Sand über eine grössere Fläche aus, bei Crangon, namentlich aber bei Palaemon bildet er einen sphärischen Körper mit im Groben ziemlich regelmässiger Begrenzung. Bei Crangon, beim Flusskrebs und Hummer berühren die Steine an einzelnen Stellen die Blasenwand, bei Palaemon dagegen scheinen sie nirgends dem Boden aufzuliegen, sondern werden durch Haare von demselben entfernt gehalten. Davon überzeugt man sich an Durchschnitten Fig. 21 und auch wenn man die isolirte Blase rollen lässt.

Woher die besonders regelmässige Formung der Steine bei Palaemon entstehe, ist noch nicht ganz klar. Wenn das Thier auch, wie wir gesehen, die Steine selbst in die Höhle hineinlegt, so kann es, da die Oeffnung (Fig. 31) sehr gedeckt liegt, die Steine doch nicht weiter ordnen. Es ist für die Frage nun von Gewicht, dass die am Grunde der Blase stehenden Hörhaare winklig gebogen sind und so mit ihren Spitzen nach der Mitte zu convergiren, dass durch sie eine Art Schüssel oder blinder Trichter erzeugt wird, auf welchen muthmaasslich die Steine fallen und dann dort liegen bleiben. Wenn nun noch ein klebriges oder erstarrendes Secret zwischen die Steine ergossen würde, wäre die Sache einigermaassen erklärt. Jenes Secret könnte man vielleicht in den öfter angezogenen dunkeln Substanzen finden wollen, die die Kohlensäure entwickeln, und wirklich spricht namentlich die Anwesenheit von Drüsenporen im Sacke für eine solche Annahme, aber ich finde, dass in dem ausschliesslich secernirten Otolithen von Mysis kohlensaure Verbindungen nur später und nebensächlich auftreten; das mahnt zur Vorsicht. Wenn das sich häutende Thier eine Amputation seiner Scheeren überleben wollte, liesse sich die Sache wohl sicher entscheiden.

Die Otolithen in geschlossener Blase unterscheiden sich durch ihren Bau, ihre Glätte und ganzen Habitus sehr wesentlich von der vorhergehenden Form.

Den Stein einer inneren Antenne konnte ich frisch durch einen günstigen Zufall beobachten, der mir eine ca. 3‴ lange Hippolyte (Leach) sp.[1]?

1) Es war mir gerade dieses Thier besonders erwünscht, weil *Krøyer* gegen *Leuckart* behauptet hat, Hippolyte habe keine geschlossene Ohrblase. Leider ist mir

ins Netz trieb. Der Otolith (Fig. 3) ist 0,056 mm. gross, mit glattem Contour versehen und hat in der einen Antenne einen wohl mehr zufälligen gerundeten Anhang. Nachdem das Präparat einige Zeit lang in Glycerin gelegen hat, zeigt nur mehr der eine Stein eine Scheidung in Kern und Rindensubstanz, doch eine nach dem frischen Stein gemachte Skizze deutet mehrere Schichtungslinien an. Es gehen Streifen bis ins Innere des Otolithen hinein, diese rühren von eindringenden Haaren her. Andeutungen von Spalten, wie sie *Leuckart* bei H. viridis sah, vermochte ich nicht zu finden.

Reactionen auf die Steine habe ich nicht gemacht, da ich sie aufbewahren wollte, doch will ich nicht verhehlen, dass mit Rücksicht auf die späteren Erfahrungen von Leucifer und Sergestes und in Anbetracht ihres starken Glanzes sie sich als organisch erweisen möchten.

Den merkwürdig genug im Schwanze gelegenen Otolithen von Mysis flexuosus beschrieben schon *Frey* und *Leuckart* genauer. Er sei eine rundliche krystallinische Masse mit einem hellen Centrum $^1/_6$—$^1/_4'''$ gross. Von zwei Seiten beträchtlich comprimirt, besitze er die Gestalt einer rundlichen dicken Scheibe, deren Contouren im Uebrigen manche Unregelmässigkeiten böten. Die eine Fläche der Scheibe sei mehr oder minder abgeflacht, die andere dagegen mit einer nicht unansehnlichen, centralen, nabelförmigen Hervorragung versehen. Der ganze Körper lasse zahlreiche mit dem Rande concentrisch verlaufende feine Linien erkennen, die Hervorwölbung liege nach unten.

Vorstehende Beschreibung ist im Wesentlichen, doch nicht in allen Stücken für Mysis spinulosus zutreffend, weshalb wir sie etwas vervollständigen müssen. Man sehe Fig. 4, 5 u. 6. Die Form der Otolithen ist zuweilen rund, zuweilen ein Oval, dessen Längsaxe mit der des Schwanzanhanges parallel läuft. Die u n t e r e Fläche ist plan oder sehr schwach concav, die obere gewölbt und mit einem stärker gewölbten Aufsatze, einer Art Kuppel, versehen, jener nabelförmigen Hervorragung von *Frey* und *Leuckart*. Die Grösse ist ziemlich verschieden (aber viel geringer wie die von M. flexuosus 0,5 mm.). Diese Unterschiede im Volumen des Steines sind durch zweierlei Verhältnisse bedingt, einmal durch das Alter des Thieres, in welcher Beziehung das Maximum 0,21, das Minimum 0,084 mm. Durchmesser des Otolithen betragen dürfte, zweitens variiren aber auch die Maasse des Steines bei g l e i c h g r o s s e n Thieren. Bei solchen betrug z. B.

die nähere Bestimmung meines Thieres nicht möglich gewesen, weil trotz aller Mühe kein weiteres Exemplar zu bekommen war; nach *M.Edwards* würde es dicht bei H. viridis zu stellen sein. Es finden sich jedoch einige Schwierigkeiten der Genusbestimmung, die nicht vorenthalten werden dürfen. Form und Fiederung der Abdominalfüsse schien nicht befriedigend mit der Diagnose von Hippolyte zu stimmen, ausserdem aber besass das Thier eine deutliche, ausserordentlich zarte Orbita, die anderen H. fehlt. Diese Unsicherheit wird nicht durch den später folgenden Befund an Spiritusexemplaren von H. ganz gehoben werden.

die Breite des Schwanzanhanges . . . . 1,375 1,377 1,3 mm.
die Steine waren lang resp. . . . . . . 0,12 0,198 0,105 mm.
,, ,, ,, breit ,, ... 0,1025 0,15 0,1 mm.

Die Dickendurchmesser wurden nicht genommen, doch ist deren Verhalten ein stets proportionirtes, durchschnittlich $^1/_{12}$ geringeres wie der Breitendurchmesser. Man sieht, dass ein Stein nahezu doppelt so gross sein kann wie ein anderer, ein Volumensunterschied, der ganz ausserordentlich auffällt, wenn solche Steine bei einander liegen. Es deutet das ein recht rasches Wachsthum der Otolithen an, wird aber dadurch *allein* noch keineswegs erklärt; ganz einfach ergeben sich aber diese Unterschiede aus dem höchst merkwürdigen und interessanten Factum, dass bei diesen Thieren gleichfalls *in gewissen Perioden die Gehörblase sammt Otolith abgeworfen wird*, eine Einrichtung, die hinsichtlich der Grösse des verlorengehenden Stoffes zu Ungunsten der Krebse mit geschlossenen Ohrblasen ausfällt.

Die hübschen, relativ durchsichtigen Steine verdienen ein genaueres Studium, wäre es auch nur ihrer Neubildung halber. Sie bieten zwei Systeme von Streifungen dar, ein radiäres und ein concentrisches.

Von dem ersteren können wir zwei Arten unterscheiden, die eine ist im frischen unverletzten Stein entweder gar nicht sichtbar, oder man bemerkt doch nur auf der Oberfläche eine ziemlich dichte Punktirung (Fig. 6 *A*) als Ausdruck der Radiärstreifung. Zerbricht man jedoch einen Stein, so bemerkt man an den Bruchstücken (welche in der Richtung der beiderlei Liniensysteme entstehen) sehr deutlich die Radiärstreifen; man erkennt dann aber auch sogleich, dass diese Streifen nur krystallinische Stäbchen sind, als welche sich die Masse des Steines quer durch die concentrischen Streifen hindurch angeordnet hat. Dieser Bau ist schon so deutlich genug, lässt man jedoch concentrirte Säuren auf den Stein einwirken, so gewinnt er noch an Deutlichkeit, da die Oberfläche sich ungleich anätzt; man erkennt nun, wie jedem der vorhin erwähnten Punkte ein Stäbchen entspricht. An manchen *frischen* Steinen ist übrigens auf der convexen Seite von einer Punktirung *nichts* zu sehen, dagegen erscheint die Fläche *gefeldert* (Fig. 6 *B*). Dies Ansehen erinnert mich lebhaft an Zellenabdrücke, ward aber von Anderen, denen ich es zeigte, für drusig erklärt. Ich habe nicht ermittelt, was der Sache zu Grunde liegt.

Die zweite Art der radiären Streifen findet sich seltener, es sind Klüftungsspalten (Fig. 9 *A*), welche von dem Mittelpunkt aus sich in einer oder mehreren Richtungen in den Stein hinein erstrecken. Sie stören nicht wesentlich die Cohäsion desselben.

Das concentrische Liniensystem findet sich, so weit das verglichen wurde, mit recht grosser, wenn gleich nicht absoluter Regelmässigkeit vor, es besteht in gleicher Weise bei den Steinen der kleinsten wie der grössten Individuen, sobald nur einige Zeit nach der Häutung vergangen ist.

Concentrischer Linien haben wir an regelmässigen Steinen drei Arten zu unterscheiden (Fig. 4). Trennungslinien wollen wir die einen nennen (*b*), Schichtungslinien die zweiten (*c. d*), Reflexlinien die dritten (*e*).

Die Trennungslinien sind scharfe bei genauer Einstellung dunkle Linien, welche, zwei an der Zahl, constante Plätze im Stein einnehmen. Sie verdienen ihren Namen, weil, wie man beim Zerdrücken des Steines erkennt, an ihnen der Zusammenhang etwas gelockert ist. Die äussere von ihnen springt (Fig. 4. 5 *c.*) leicht in die Augen, sie ist stets scharf und deutlich, häufig hie und da wie ausgebrochen und deshalb mit hellen Lichtern versehen. Sie scheint dasjenige Stadium des Wachsthums unseres Steines zu bezeichnen, von wo aus der Stoffansatz langsamer geschah und daher Schichtung entstanden ist. Bemerkenswerth ist auch, dass die Haare, welche in den Stein eindringen, immer nur bis an sie herantreten, dort aber die Linie selbst etwas von ihrer Schärfe einbüsst. Die innere Trennungslinie Fig. 4 *c'* umgrenzt eine unregelmässige Kernmasse des Steines, eine Masse, die oft geschwänzt und geschweift, häufig Vacuolen enthält und deren nähere Beschreibung unnöthig ist, da jeder Stein andere Formen bildet. Diese Trennungslinie ist oft nicht recht deutlich, jedoch andere Male sehr wohl zu unterscheiden; ich lege Gewicht darauf, weil von da an der Stein eine regelmässige Form erhält. Auf Queransichten erscheint zuweilen zwischen den beiden noch eine dritte Linie, üben deren Bedeutung ich jedoch nicht sicher bin.

Die Schichtungslinien Fig. 4 *d. e.* sind helle Streifen, welche sehr dicht auf einander folgen, so dass eigentlich abwechselnd dunkle und helle Schichten, ähnlich der Streifung einzelner Knochenlamellen, entstehen. Wir haben zwei Arten von Schichtung zu unterscheiden, eine Grundschichtung, welche, oft weit deutlicher wie in Fig. 4 *e*, namentlich in den Kreis ausserhalb der äusseren Trennungslinie auftretend, rings um den Stein verläuft, und eine Specialschichtung, welche, die vorige unterbrechend, die einzelnen Haare und Haargruppen umkreist. Woher letzteres Verhalten komme, ist mit Sicherheit nicht zu sagen. Man könnte vermuthen, dass theilweise durch die Haare hindurch der Mineralstoff ausschwitze und dadurch die concentrische Ablagerung entstehe; dagegen spricht aber, dass gerade an der Eintrittsstelle des Haares sich eine Lücke befindet. Dies Verhalten lässt sogar den umgekehrten Schluss wahrscheinlich erscheinen, dass nämlich die Haare die Ablagerung von Salzen in ihrer Nähe hindern und daher die Lücken erst später, also mit einem Specialsystem, ausgefüllt werden.

Die Reflexlinien Fig. 4 *f.* sind helle oder dunkle, breite, nie scharf begrenzte Linien, die durch die verschiedenen Krümmungen des Steines hervorgerufen werden. Sie rühren nämlich von der Einbuchtung her, aus der die Kuppel entspringt, ferner von der Wölbung derselben, endlich von der äusseren Trennungslinie, welche eigentlich ein Tren-

nungsmantel, gleichsam einen zweiten inneren Stein bildend, auch entsprechende Reflexe bewirkt. Natürlich ändern sich diese Linien je nach der Einstellung. Sie tragen sehr zu dem eleganten Aussehen des Steines bei.

Kleine Abweichungen von dieser Beschreibung, von der Form des Steines, namentlich ein oder mehrere Anhängsel an denselben kommen wohl vor; eine grössere Unregelmässigkeit habe ich unter gegen 1200 Otolithen, die ich für die Analyse herauspräpariren musste, nur einmal und da in beiden Schwanzanhängen gefunden, wo der Stein zu einer höckerigen wurstförmig gekrümmten Masse geworden war, in welche jedoch die Haare hineinragten[1]). Es wird diese Missbildung wohl mit der Neubildung des Steines, einer zu langsamen Abstreifung der alten Ohrhöhle, zusammenhängen.

Die erste Anlage des Steines habe ich nie beobachten können, er war selbst schon über die innere Trennungslinie hinaus gebildet bei einem Thier, welches gleich nach der Häutung starb. Ich halte es für höchst wahrscheinlich, dass die Bildung durch einen Niederschlag auf die Spitzen der Haare, welche nach der Mitte der Höhle zu convergiren und vom Centrum nicht gar ferne bleiben können, erfolge.

Hinsichtlich der chemischen Beschaffenheit des Steines machen *Frey* und *Leuckart* folgende Angaben: »Dieser — — Körper besteht aus einer organischen Grundlage, welche von verdünnten Säuren und concentrirten Alkalien nicht angegriffen wird und vermuthlich Chitin ist. An diese organische Grundmasse gebunden ist eine ziemliche Menge anorganischer Salze, namentlich kohlensauren Kalkes. (Man bemerkt bei Anwendung von Säuren eine mässige Entwicklung von Kohlensäure). Die Haare reagiren im Uebrigen ganz gleich mit ihrem Körper, sind daher höchst wahrscheinlich Chitinhaare« u. s. w.

Meine Untersuchung führt uns anders.

Den frischen Stein, der noch gross genug ist um die Voruntersuchung an ihm auszuführen, kann man mit Natronlauge kochen, ohne ihn anzugreifen, ebenso giebt man sich vergeblich Mühe, ihn durch Kochen auf dem Objectträger, auch selbst durch die concentrirtesten Säuren zu lösen; so oft man auch wieder erwärmt, man kann wohl die Haare lösen, aber den Stein, der freilich ein angeätztes Aussehen angenommen hat, löst man nicht weiter. Lässt man ihn dagegen einen Tag in einer grösseren Menge von concentrirten oder verdünnten Mineralsäuren liegen, so löst er sich völlig, vielleicht mit Zurücklassung von ganz wenig häutiger Materie, aber die Haare bleiben (bei der diluirten S.) ungelöst zurück und können sie also ihrer ganzen Länge nach studirt werden. Nach diesem Verhalten lässt sich mit Sicherheit behaupten, dass der Stein kein Chitin enthält.

1) Präparat im Besitze d. hiesig. Anatomie.

Wenn man den Stein glüht, so schwärzt er sich nur vorübergehend und nimmt dann eine blendende Weisse an, leuchtet auch stark in der Löthrohrflamme (Kalk). Nach dem Glühen ist er noch so consistent, dass man hierdurch überzeugt wird, wie die organische Masse nur einen sehr geringen Theil von ihm ausmachen könne. Mit dem Kobaltoxyd geglüht bläut sich der Stein nicht (Keine Thonerde und Kieselsäure).

Ich habe nun zur genaueren Untersuchung die schon genannte Zahl von Steinen verwendet; die organische Substanz ward vernachlässigt, die Steine vorher immer geglüht. Als Base ergab sich Kalk, die Säure dagegen konnte ich, so sonderbar es auch klingt, nicht erkennen. Kohlensäure ist nämlich nur in geringer Menge im Steine vorhanden, ja wenn man den eben gebildeten Stein (an dem die ässerste Schicht sogar durch Ac gelöst wird) mit Säuren behandelt, findet gar keine Gasentwicklung statt. Der (unzerrieben) in Säuren recht schwer lösliche Stein löst sich in Phosphorsalz zur klaren Perle (keine Kieselsäure). Die Perle in Wasser gelöst enthält keine Schwefelsäure. Nach längerem Kochen löst Salzsäure den Stein ganz auf, in dieser Lösung erzeugt Ammoniak einen starken im Ueberschuss nicht löslichen Niederschlag. Aller Berechnung nach müsste das basisch phosphorsaurer Kalk sein, aber der frische Niederschlag wird durch Ac nicht, selbst nicht beim Kochen gelöst, auch versagte die Molybdänreaction und in dem Theile der Flüssigkeit, wo durch den gebildeten Salmiak noch hätten Reste des phosphorsauren Kalkes in Lösung sein müssen, brachte Magnesia selbst nach Tagen keinen Niederschlag hervor. Der Stoff war zu unangenehm zu beschaffen, als dass ich noch weiter hätte analysiren sollen.[1])

Es wird nunmehr Zeit zur Betrachtung der

Hörblasen

überzugehen. Das Cavum auris ist eine ringsum von, zuweilen sehr feinen, Chitinwänden umgebene Höhle, welche als durch Einstülpung der äusseren Chitinschicht entstanden gedacht werden kann. Die Wand hängt stets noch mit der äusseren Haut zusammen, aber die betreffenden den Zusammenhang darstellenden, Hautringe, die bei einem Theil der Decapoden noch weit offen stehen, können sich bei anderen so glatt an einander legen, dass eine Communication der Höhle nach aussen nicht mehr stattfindet. Bei weit offener Mündung wird der Eingang durch

1) Herr Professor *Himly* hat nun noch die Güte gehabt, mit der Substanz von 200 Steinen die folgende Analyse auszuführen. Er fand, dass die in NO_5 gelöste Masse keine Phosphorsäurereaction mit molybdänsaurem Ammoniak gab. Dass in Phosphorsalz sich die Substanz klar löste, und dass, nachdem sie mit SO_3 geglüht war, im Rückstand sich Kalk und Schwefel nachweisen liess. Darnach wäre die Säure flüchtig, was, combinirt mit den anderen Reactionen im hohen Grade wahrscheinlich macht, dass die unorganische Masse des Steins Fluorcalcium sei. Eine Anätzung von Glas ist nicht sicher erhalten worden.

Haare geschützt. *Leuckart*[1]) betrachtet die Säcke als eine Lamelle des Antennenskeletes, die sich bläschenförmig nach innen abgehoben habe, jedoch schrieb er dies, bevor noch die Chitinlehre ernstlich in Angriff genommen war.

Die Form und Bildung der einzelnen Höhlen ist in den Arten sehr abweichend und bietet nach mehreren Richtungen hin so Wichtiges, dass eine nähere Beschreibung nicht erlassen werden kann.

Die Form des Cavum vom Krebs und Hummer ist schon von *Farre* u. A. genügend beschrieben, specieller darauf einzugehen, hat für den Augenblick kein Interesse. Jedoch eins ist zu erwähnen; namentlich an den Stellen der Höhle, wo die Steine liegen, erscheinen neben den gewöhnlichen feinen Poren gröbere Canäle, welche sich in einem langen biegsamen Faden durch die Chitinogenschicht hindurch fortsetzen; wie man das Fig. 7 *A* u. *B* von der Fläche und im Querschnitt sieht. Sind es ähnliche Bildungen, wie *Leydig*[2]) sie schon von den Drüsen der Insecten beschrieben hat? Ich konnte die Sache nicht weiter verfolgen, die Mode gebietet ja zu hasten. *Farre*[3]) zeichnet für diese Stellen kleine, die Oberfläche des Sackes bedeckende Haare, ich vermochte dieselben nicht zu finden; es liegt aber eine Verwechselung jener Drüsengänge mit Haaren nicht so fern wie es den Anschein hat.

Die Ohrblase von Crangon Fig. 8. liegt in der Wurzel der inneren Antenne, sie stellt eine ziemlich geräumige, etwas tiefere als breite Einstülpung der äusseren Haut vor. Die Höhle würde von einer flachcylindrischen Form sein, wenn sie nicht von aussen her durch eine Vorstülpung der Wand Fig. 8 *c*. eingeengt würde. Den grössten Durchmesser besitzt sie im Eingang, welcher oben durch einen verdickten Saum der Antennenhaut umgrenzt wird (*a*), unten allmählich in die Körperoberfläche übergeht. Diese weite Mündung des Sackes wird durch gefiederte Haare so vollständig geschlossen, dass ohne Verbiegung der Fieder Infusorien nicht mehr hineinkönnen. Die Haare *b* entspringen nicht genau am Rande der Höhle, sondern etwas hinter diesem, sie sind an ihrer Basis ohne Anschwellung und hier allem Anscheine nach solide, ihre Spitze drückt auf die obere Fläche der Antenne. Die schon erwähnte Vorstülpung an der äusseren Wand, welche wie eine Art Crista acustica sich in den Sack vorwölbt, ist rings mit Steinen umgeben, und da sie Fig. 8.19.*c*. die Hörhaare trägt, ist sie der wesentlichste Punkt im Sacke. Diese Bildung ist jedoch nichts als eine Einbucklung der Sackmembran, welche sich auf die ganze äussere Wand erstreckt.

Die Ohrhöhle von Palaemon ist eine einfache runde an der Unterfläche etwas eingebuckelte Blase, die von *Leuckart* so beschrieben ist, dass es auch für P. antennalis genügen könnte. — »Dafür besitzt unser

1) Loc. cit. pag. 261.
2) Zur Anatomie der Insecten, im Archiv für Anatomie 1859.
3) Loc. cit. Pl. IX. Fig. 9.

Gehörbläschen einen Querspalt, der die obere Wand des Basalgliedes durchbricht und eine directe Communication zwischen dem Innenraum des Bläschens und dem äusseren Medium herstellt. Dieser Spalt nimmt etwa die Mitte des Gehörbläschens ein, liegt aber nicht frei zu Tage, sondern wird von einer klappenförmigen Querleiste bedeckt, die ihren freien Rand nach vorn kehrt und nach Aussen ohne Weiteres in den Seitendorn des Basalstückes sich fortsetzt.«

Wenn man die Fig. 31 ansehen will, wird man sie im Wesentlichen mit *Leuckart's* Beschreibung übereinstimmend finden, doch ist noch Einiges daran zu erklären. Man erkennt die Blase und deren etwas seitlich aufliegende Oeffnung leicht, letztere, *d*, sah ich sonderbarer Weise immer schräg nach aussen gerichtet (so dass damit nun vier von einander abweichende Beschreibungen dieser Spalte vorliegen); über die Blase hin liegt (*e*) die dünne Lamelle des Seitendorns, welche bei *f* sich einfaltet. Die ganze Bildung erklärt sich nun so: Von der Spitze der Antenne her tritt die Haut an die Spalte der Gehörblase heran, biegt sich hier in die Tiefe, um den Sack zu bilden und kommt dann an dem hinteren Rande des Spaltes wieder in die Höhe, von da geht sie aber nicht etwa weiter rückwärts zum Kopfe hin, sondern wendet sich von neuem nach vorn, um dann, nachdem sie eine Strecke weit die Ohröffnung überbrückt hat, sich wieder zurückzuschlagen und nun wirklich in die Haut des Cephalothorax überzugehen. Durch diesen Rückweg bildet die Antennenhaut nun eine Falte, welche seitlich etwas verdickt die Antenne überragt und dadurch den Seitendorn *b* bildet.

Die Membran der Falte ist so dünn, dass ein Längsdurchschnitt, der ohnehin nach dem Kopfe zu keinen geschlossenen Kreis mehr zu bilden vermag, sich immer stark verschiebt und daher keine gute Zeichnung giebt, jedoch bestätigen auch solche Schnitte die obige Beschreibung. Querschitte (Fig. 21) geben schwierige Bilder; $a . a' . b . b'$ ist die Antennenwand, welche also die Weichtheile umschliesst. Der Kreis, den sie bildet, wird nun durch eine Querscheidewand, von der der Otolithensack herabhängt, in zwei Theile getheilt. Diese Querscheidewand entspricht in ihrem unteren Theile der Decke der Gehörblase, dann folgt *c'* ein dunklerer Strich, welcher die hintere Kante der Oeffnung von der Peripherie her gesehen darstellt und darüber läuft auf den Beobachter zu die untere Lamelle der Falte des Seitendorns. Wäre der Schnitt vorwärts von dem Hörspalt durchgegangen, würden wir statt der viere, fünf oder sechs Membranen durchschnitten haben müssen.

Von der soeben besprochenen Einrichtung bis zu der geschlossenen Blase von Hippolyte ist gleichsam nur ein Schritt. Wir finden nämlich hier, Fig. 3, ähnlich wie bei Palaemon, einen deutlichen, ja sogar relativ sehr mächtigen Seitendorn *c*, aber die Falte desselben geht nicht mehr so weit auf die Antennenfläche hinauf, bedeckt auch die Otolithenblase nicht mehr ganz und scheint mit ihr überhaupt nicht nahe verbun-

den zu sein. Die Blase selbst ξ, eine geräumige längliche Höhle, liegt in der Aussenseite der inneren Antenne. Sie läuft nach vorn und aussen spitz zu (*a*) und zeigt hier unregelmässige Falten, die vielleicht andeuten, dass die Blase von hieraus sich eingestülpt habe. Eine besondere Stelle der Wandung für den Ursprung der Otolithenhaare, habe ich nicht nachgewiesen, obgleich eine solche ohne Zweifel vorhanden sein wird. *Leuckart*[1]) giebt an, dass der Otolith in dem Seitendorn läge; wen der Zufall mit einer lebenden H. viridis begünstigt, wolle uns, bitte, nähere Details darüber mittheilen!

Die Ohrhöhle von Mysis reiht sich ihrer Form nach dicht an die eben beschriebene an. Auffallender Weise liegt sie, wie bekannt, nicht in der inneren Antenne, denn dort findet man nicht die geringste Spur einer Höhle, sondern im mittleren Schwanzanhang, eine Lage, aus der sich die intensive Reflexerregbarkeit dieses Thieres gegen Schalleindrücke erklären möchte. Die Ohrhöhle (Fig. 5. 9. 10) erscheint von oben hergesehen in der Regel oval, die Längsaxe jener des Schwanzes parallel; doch zieht sich die Höhle lateral und rückwärts etwas spitz aus. Von der Seite gesehen, Fig. 5, ist sie mehr halboval oder vielmehr, die untere Seite wölbt sich convex in's Innere der Blase vor, auf solche Weise einen Berg, den Haarbuckel, Fig. 5. 10 *e*, bildend. Auch auf der Seitenansicht erkennt man die peripherische Zuspitzung der Blase Fig. 5 *d*'! Ihre Wandungen sind unmessbar fein, nur auf dem Haarbuckel sind sie dicker. Diese Dicke hört jedoch medial mit einer ganz scharfen Linie auf (Fig. 9 *d*), welche bei der Betrachtung des Schwanzes von unten sehr auffallend ist. Eigenthümlich gestaltet sich der Zusammenhang des Sackes mit der äusseren Wand des Schwanzes; wenn man die Sache nicht kennt, wird man, mindestens am frischen Thier, lange vergeblich forschen können. Eine etwas stärker tingirte Rinne, welche an der äusseren oberen Kante zwischen Otolith und Schwanzspitze gelegen ist, Fig. 9 *b* verräth den Ort, von wo die Einstülpung der Otolithenblase ausging. Diese Rinne wird bedingt durch eine Einbuchtung der äusseren Wandungen, welche sich, wie man das in dem Querschnitt Fig. 10 sieht, dicht gegen einander anstemmen, um darauf aus einander weichend, die Ohrhöhle zu bilden. Die von untenher kommende Haut bleibt, obgleich schon dünn, doch relativ starr und geht in schönem Bogen wieder abwärts, um sich dort medial vorwärts nach dem Haarbuckel (*e*) hinzubegeben, hier wird sie an der erwähnten scharfen Linie dünn und setzt sich nun in die Wand ξ des Hörsackes fort, wie man das sowohl an der Ansicht von unten, Fig. 9 *A*, als auch im Schrägschnitt in Fig. 10 deutlich sieht. Die obere Wand, Fig. 10 *a*, geht dick an die Rinne heran, um hier plötzlich sich mächtig zu verdünnen und in die obere Wand ξ' des in dem Schnitt leider zerrissenen Sackes überzugehen. Aus den Figuren wird man,

1) Loc. cit.

denke ich, die Verhältnisse, deren detaillirtere Beschreibung vorläufig kein Interesse hat, genügend erkennen.

Auffallend ist noch, dass die Haut des Schwanzes selbst an der medialen Seite bei Fig. 10 *f* so ausserordentlich verdünnt wird, um so mehr, da ähnliche Einrichtungen sich auch in der Klappe von Palaemon und über dem Sacke von Astacus finden; handelt es sich vielleicht auch hier um akustische Einrichtungen? Die Frage möchte wohl noch weitere Verfolgung verdienen.

Es bleibt nun noch übrig, die Gehörblase von Carcinus maenas zu betrachten, welche eine von der der Macruren sehr abweichende Form darbietet, dagegen als Typus jener der Brachyuren wohl gelten dürfte. Bis jetzt hat meines Wissens nur *Spence Bate*[1]) von derselben Nachricht gegeben. Dieser Autor bezeichnet den Gehörcylinder als Geruchsorgan (nach *Farre*), die Geruchshaare (*Leydig*) als Gehörhaare, »wich I have thougt, from their being constant to the auditory antenna, and never found on any other part, to have an intimate connexion with de sense of hearing, and therfore call them auditory cilia« (pag. 599). Ueber das Gehörorgan selbst findet sich nur (pag. 596): »The upper antenna is more complete and the internal structure of the acoustic organ Fig. 2′ may be detected in the first articulation«. Unter Fig. 2′ Anterior antenna, internal structure, finden sich auf den 6 Tafeln zwei Abbildungen, die eine vom jungen Thier zeigt in einer Strichzeichnung der inneren Antenne ein grosses Sechseck, dessen Ecken in gerade Striche sich verlängern, mit Ausnahme der zwei oberen, welche durch ihre Verlängerung einen dem Sechseck anliegenden Kreis bilden, letzterer könnte meiner Meinung nach vielleicht einen Stein bedeuten sollen. Die zweite Zeichnung vom erwachsenen Krebs ist mehr ausgeführt, jedoch auch sie kann ich zu meinem Bedauern für die Beschreibung nicht benutzen, es ist an ihr kein Punkt recht wiederzuerkennen.

Am bequemsten studirt man ohne Zweifel das Organ an der durchsichtigen Zoëa; leider liess ich die Gelegenheit ungenutzt vorbeigehen und habe nur eine Zeichnung (Fig. 25) zugeben, darnach scheint es, als wenn das Organ noch in diesem Stadium anders und einfacher, wie beim erwachsenen Krebs gestaltet sei, namentlich in Betreff des Vorkommens von deutlichen Otolithen *ε*. und auf die mehr kuglige Form der Höhle. Die rechte Antenne ist auf der Figur tiefer wie die linke eingestellt, doch sieht man an den beiden an der medialen Seite einen Wulst in die Ohrhöhle vorragen, welcher Haare trägt und den wir als Haarbuckel (*e*) bezeichnen wollen.

Das Gehörorgan des erwachsenen Krebses ist sehr unbequem zu erforschen. Sehr lange glaubte ich eine rudimentäre Form hier vor mir zu haben, bis ich endlich zu meiner grossen Ueberraschung fand, dass hier

1) On the Development of Decapod Crustacea. Philosoph. Transactions 1858.

der Hörapparat, zu sehr hoher Feinheit ausgebildet, sich den Verhältnissen der Wirbelthiere möglichst annähert. Der Sack hat eine so complicirte Form, dass die Beschreibung mir nicht völlig gelingen wird. Indem nämlich sich von der medialen Seite her dünnhäutige Ein- und Ausbuchtungen für den Hörapparat bilden, von der anderen Seite starke Knoten und Kanten, hauptsächlich für Muskelursprünge bestimmt, den Sack begrenzen helfen, und endlich der ganze kleine Raum akustisch gebaut zu sein scheint, stellen sich der Beschreibung Schwierigkeiten in den Weg, wie sie nicht viel grösser das Labyrinth bietet. Obgleich, wie ich das zu beachten bitte, mir fest steht, dass ein directer Vergleich mit dem Hörapparat der Wirbelthiere trotz schlagender Aehnlichkeiten **nicht** gerechtfertigt ist, muss ich dennoch an **jene** mich anlehnen, wenn ich dem Leser das Verständniss, dem Forscher die Kenntniss der Localitäten bringen will.

Der Sack Fig. 11—16. 26 liegt in dem beträchtlich erweiterten Basalgliede der inneren Antenne. Wie in den vorhergehenden Fällen, so ist auch er eine Einstülpung der äusseren Haut, deren Höhle **nicht mehr nach aussen communicirt**. Eine Linie, welche von dem hypothetischen Einstülpungsprocess herrührt, ist noch äusserlich deutlich sichtbar geblieben. Betrachten wir nämlich das Basalglied von der oberen (Fig. 11) oder lateralen Seite (Fig. 12), so zeigt sich ein auffallender Farbenunterschied in der Wandung. Der hintere Theil derselben ist nämlich ganz weiss und glatt, der vordere dunkel gefärbt und behaart. Diese beiden Theile stossen hart aneinander, ohne jedoch in einander überzugehen, denn sie sind dort durch eben jene Einstülpungslinie (*d*) von einander geschieden. Diese Linie liegt nicht ganz quer, sondern ist etwas lateral vorwärts gerichtet. Wie bei jeder Einstülpung eines Sackes durch eine enge Spalte **Falten** entstehen müssen, so sind solche auch hier zugegen, sie finden sich aber nur an den Endpunkten der Linie, namentlich lateral. Die andere Ecke zeigt nur eine conische Vertiefung (Fig. 11 *e*), welche blind endet, und die wir nach der Aehnlichkeit mit dem Namen »Trichter« bezeichnen. Die mehrfachen Einfaltungen der lateralen Ecke *f*, *g*. begeben sich als dickwandige Fortsätze ins Innere des Hörsackes, und dienen einestheils für diesen zur Stütze, anderntheils zum Ursprunge der Muskeln der folgenden Antennenglieder. (Letztere sind recht mächtige Stränge, welche unermüdlich die Riechhaare hin und her zu schwingen haben). Diese Ecke zeigt übrigens einige Verdickungen mehr, weil hier (Fig. 12 *a*) auch noch das Gelenk zur Verbindung mit dem Kopfe sich findet.

Betrachten wir nun dieselbe Linie von innen her! Fig. 13. Der Trichter (*e*) ragt ziemlich frei in die Höhle der Antenne (nicht die des Hörsackes) vor. Es gehen von ihm lateral zwei Lamellen ab, welche seine Verbindung mit dem Sacke bewerkstelligen. Die Einstülpungslinie erkennen wir in einer, in das Innere des Sackes vorragenden Leiste *d*

wieder, einer Bildung, entstanden durch ein Verhalten der äusseren Wand ähnlich demjenigen, welches wir schon bei Mysis beschrieben haben. Nachdem die Antennenwände nämlich zusammengetreten sind, divergiren sie nicht gleich wieder, sondern ragen, an einander haftend, eine Strecke weit in den Antennenraum hinab (Fig. 16 *d*.), so bilden sie die Leiste, an welcher der Sack hängt. Diese Einrichtung mag auf einen vollkommenen Verschluss berechnet sein; als isolirend vor im Körper erzeugten Geräuschen ist sie nicht aufzufassen, weil die lateralen Einfaltungen den Sack sehr massig mit der Antennenhaut verbinden.

Diese Anheftungsverhältnisse erschweren die Beschreibung des Sackes beträchtlich, weil wir ihn nur von unten unverletzt darlegen können. Wenn wir ihn von hier aus betrachten (Fig. 14), so fallen uns sogleich Gebilde auf, *e. h*, welche lebhaft an halbcirkelförmige Canäle erinnern. Wirkliche häutige Canäle können nun freilich im Skelete der Krebse schon allein der Häutung wegen nicht vorkommen, aber gebogene Halbcanäle sind allerdings vorhanden. Man findet sich am leichtesten über dieselben an Fig. 16, einem von lateral rückwärts nach der vorderen medialen Ecke geführten Durchschnitte, zurecht (das äussere Stück ist gezeichnet).

Wir hatten oben die Einstülpungsfalte beschrieben und gehen von ihr aus nun wieder weiter. Diese schickt nämlich zur Bildung des Sackes zwei Blätter ab, welche sich beide, ein wenig nach oben zurückgeschlagen, so wölben, als wenn sie einen kugelrunden Sack bilden wollten. Das gelingt ihnen aber nicht, denn von unten her drängt ein Fortsatz der lateralen Wand (der Hammer) den Sack nach oben der Einstülpungsfalte entgegen. So entstehen zwei nicht ganz von einander getrennte Räume, von denen der eine kleinere horizontale, lateral und unter der oberen Antennenwand gelegen ist, *q*, und von denen der andere mediale, durch eine Verbiegung der Einstülpungsfalte grössere, einen verticalen Sack bildet. Wenn der ganze Raum ursprünglich als Kugel zu denken war, müssten die beiden Säcke einigermaassen Halbkugeln darstellen. Der kleine horizontale Raum ist jedoch dafür zu sehr gestreckt, er bietet mehr eine cylindrische Gestalt dar. Der Cylinder ist aber, wie gesagt, nicht vollkommen abgeschlossen, sondern er communicirt noch mit dem grösseren Sacke in der Mitte durch eine Spalte, an den beiden Ecken aber durch eine rundliche Oeffnung, da hier wegen der Kürze und Form des noch zu besprechenden Hammers die Einstülpung unterblieben ist. Auf diese Weise wird unser cylindrischer Raum zu einem Halbcanale, welcher die beiden Enden des grösseren Sackes mit einander verbindet. Wir wollen ihn (Fig. 14 zwischen *l* und *m* und Fig. 16 *q*) als lateralen oberen Halbcanal bezeichnen. In dem verticalen Sacke ist unsere hypothetische Kugelgestalt auch nicht mehr vorhanden, denn es hat sich die mediale Wand desselben stark nach innen vorgebuckelt und dadurch den Raum gerade so umgestaltet, wie das geschehen würde, wenn wir etwa in die

Hälfte eines Gummiballes einen Buckel hineindrückten. Vom ganzen Raume bleibt eigentlich nur ein Gang übrig, welcher rings um den Buckel herumläuft. An einer reinen Halbkugel müsste der Gang bei breiter und tiefer Einbucklung ganz geschlossen sein, in unserem Sacke aber öffnet er sich an zwei Stellen, nämlich dort wo die beiden Enden des lateralen oberen Halbcanales in den verticalen Theil einmünden. Diese Einmündungsstellen sind so weit, dass dadurch der Gang völlig unterbrochen wird, und wir haben daher besser zwei Gänge oder Canäle zu unterscheiden, einen oberen medialen, Fig. 14. 16 bei *e*, und einen unteren bei *h*. Völlig abgeschlossen sind aber auch diese Canäle nicht, sie communiciren mit einander durch eine Spalte und verdienen höchstens die Bezeichnung »Halbcanal«. Von den beiden Stellen, an welchen sich die drei Canäle vereinigen, zeigt nur die laterale eine grössere Erweiterung, und da sich in ihr eine besondere Gruppe von Hörhaaren befindet, können wir sie als Alveus communis (Fig. 14 seitlich von *n*) bezeichnen.

Die Wandung des Sackes hat an mehreren Stellen Verdickungen, von diesen ist namentlich die bereits als Hammer bezeichnete erwähnenswerth. Es ist dies ein Fortsatz der Antennenwand, welcher vom Inneren des Sackes aus gesehen, sehr an den gleichnamigen Theil des Cavum tympani des Menschen erinnert (Fig. 14 *mn*, 15. 16 *m*). Seine Form ist bei verschiedenen Genus verschieden. Er läuft der Einstülpungsleiste parallel, besitzt einen Stiel *m*, einen Kopf *n* und einen rückwärts laufenden Fortsatz, welcher die Verbindung mit der äusseren Antennenwand bewirkt. Der Kopf ist eine rundliche Hervorragung, der ziemlich flache Stiel Fig. 15 *p*. läuft allmählich in Form einer Leiste in die Wandungen des Sackes aus, in ihm finden sich einige auffallend verdünnte Stellen. Von aussen gesehen ist der Hammer ausgehöhlt zum Ursprunge von Muskeln.

Von den übrigen Theilen des Sackes erscheint namentlich eine kleine Ausbuchtung ganz unten an der hinteren Ecke merkwürdig. Angedeutet findet man diese Stelle in Fig. 14, stärker vergrössert sieht man sie in Fig. 26 bei *b*. Sie bildet die tiefste Stelle des ganzen Sackes und zeigt gerade solche Porencanäle, wie sie aus den Otolithensäcken des Hummers und der Garnele beschrieben wurden. Solche Drüsenporen finden sich an keiner andern Stelle des ganzen Sackes; da nun die Steine der Zoëa an dieser Stelle liegen und da beim erwachsenen Krebs um sie herum gebogene Haare stehen, so ist sie als ein für Otolithen bestimmt gewesener Platz ziemlich sicher zu bezeichnen. Wenn ich mich nicht durch eigends auf diesen Punkt gerichtete vorsichtige Untersuchung von der Abwesenheit der Otolithen überzeugt hätte, würde ich nicht wagen, so entschieden dem Taschenkrebs alle derartige Gebilde abzusprechen. Im Allgemeinen zeigen die Wände des Sackes ausserordentlich deutlich Zellenabdrücke (mit dickem Saume, die Fläche dicht mit Poren besetzt,

jeder Abdruck einer Zelle entsprechend). Da wo die Membran sehr dünn wird (Fig. 26 *a*), verschwinden diese Abdrücke.

Wir schliessen nunmehr die Betrachtung der Ohrsäcke und gehen zu denjenigen Gebilden über, welche die wirksame Verbindung der Steine mit der Körperoberfläche bewirken, aus ihnen erst Otolithen machen, auf

die Hörhaare.

Man war schon vor der neueren Kunde von den Riechhaaren sehr bereit, in den zu besprechenden Haaren Sinnesapparate zu sehen, aber die Befunde haben wie es scheint nicht recht stimmen wollen. Alle Beobachter erwähnen der Haare, am ausführlichsten *Farre*, welcher besonders die kugelförmige Beschaffenheit der Basen hervorhob, diese ward dann noch von *Huxley* bestätigt, seit aber *Leuckart* die Haare nicht überall nachweisen konnte und *Leydig* in ihnen nichts Auszeichnendes zu finden vermochte, mussten sie offenbar sehr an Bedeutung verlieren; *Krøyer* meint übrigens, dass die Haare sich sehr gewöhnlich, ja vielleicht, (maaskee) stets im Innern des Sackes fänden, was vielleicht mit der Otolithenbewegung in Verbindung stehen könne; er giebt aber darüber gar kein Detail.

Man wird in den citirten Figuren schon auf manche Hörhaare gestossen sein, und in der That führte die Untersuchung auf eine grosse Reihe solcher, nicht bloss im Hörsack, sondern auch auf der freien Körperfläche. Die Deutung derselben als schallempfindender Apparat scheint mir, wie ich anticipire, recht sicher, da gerade an den Hörhaaren der Körperoberfläche, deren Fähigkeiten man am meisten misstrauen wird, sich nachweisen lässt, dass wenn nur der Nerv, welchen man in sie eintreten sieht, sensibel ist, tiefe Töne (Bassgeige und Horn) durch sie zur Perception gebracht werden m ü s s e n. Aber namentlich auch von morphologischer Seite wird man genöthigt, allen zu beschreibenden Haaren dieselbe Function zuzuerkennen. Abgesehen nämlich von dem sehr charakteristischen Verhalten der Nerven, haben die Haare unter einander sehr wesentliche Aehnlichkeiten. Alle stehen sie auf einem Porencanal auf, dessen Wandungen an einer Seite einen grösseren oder kleineren Wulst entwickelt haben, den Zahn 𝔷., namentlich aber ist es in die Augen springend, d a s s d e r H a a r s c h a f t n i c h t d i r e c t m i t d e r W a n d s i c h v e r b i n d e t, sondern ganz oder grösstentheils durch eine sehr zarte Haut getragen wird, welche oft eine kuglige Anschwellung an der Haarbasis bildet. Hinsichtlich dieser Einrichtung drängt sich unwillkürlich der Gedanke auf, dass es hierbei auf eine Isolirung des Haares, vor Erschütterungen sowohl im Inneren des Körpers als auch um es schwingungsfähiger zu machen, abgesehen sei. Alle Haare zeigen endlich an einem Theil ihres centralen Endes einen eigenthümlichen Fortsatz, die Lingula 𝔩, an welchen sich der Nerv ansetzt. Die meisten Haare zeigen noch weitere bemerkenswerthe Aehnlichkeiten; identische Einrichtungen

dürften wohl bei allen vorkommen, aber sind durch die zu grosse Blässe und Kleinheit der Wahrnehmung entrückt.

Zu diesen Aehnlichkeiten der Haare unter sich kommt noch, dass eigentliche Uebergänge von Hörhaaren in andere Haararten nicht gefunden wurden (ein Haar an einer bestimmten Stelle der inneren Antenne von Mysis macht darin vielleicht eine Ausnahme), wobei nicht ausgeschlossen ist, dass man z. B. an einzelnen der gewöhnlichen Fiederhaare gewisse Analogien des Baues aufzufinden vermag.

Nach ihrem äusseren Verhalten unterscheiden wir nun drei Arten von Hörhaaren: Otolithenhaare, freie Hörhaare in Hörsäcken, Hörhaare auf der freien Körperoberfläche.

Die Otolithenhaare.

Dieser Ausdruck bedarf keiner weiteren Erklärung, da wir dadurch ganz einfach diejenigen Haare bezeichnen, welche mit den Hörsteinen in Berührung treten; sie sind bis jetzt allein bekannt gewesen. Zunächst und am ausführlichsten betrachten wir die Haare vom Hummer, die überhaupt als Typus der Hörhaare der Macruren benützt werden können.

Astacus marinus (Fig. 1. 17. 18).

Die allgemeine Anordnung der Haare im Sacke ist bereis von *Farre* gut abgebildet, auf dessen Figur ich verweise. Die Haare umstehen in einem nach vorn offenen Bogen die Otolithen. Sie beginnen nahe bei der Oeffnung des Sackes und enden dicht gestellt aber an Grösse abnehmend, als eine mitten in den Otolithenraum vortretende Zunge. An dieser Stelle stehen die Haare ohne besondere Ordnung, an den übrigen Bogen sind sie in vier Reihen aufgestellt (Fig. 1). Die äusserste von diesen Reihen, η, steht auf dem verdickten gelben Streifen a, welcher mit dem Bogen parallel läuft, die Haare darauf sind sparsam und wenig entwickelt, stehen aber meistens zu zweien und dreien gruppirt. Auf diese folgt eine Reihe gewaltiger 0,6—0,7 mm. langer, 0,027 mm. breiter Haare η', die zu zweien vereint oder häufiger allein stehen. Nun folgt noch ein Kreis, η'', und auf diese endlich noch kleinere, η''', die man bei 100maliger Vergrösserung nur bei genauem Zusehen noch erkennt. Die drei letzten Reihen ragen sämmtlich tief zwischen die Steine hinein und stehen mit ihnen in unmittelbarster Berührung, es gelingt zwar ziemlich leicht, die Steine von ihnen zu entfernen, jedoch werden die meisten Haare dabei verletzt. Die erste Haarreihe allein ist nicht mit den Steinen in Berührung, sondern ragt frei in den Raum hinein.

In diesen Haaren liegt wohl das Geheimniss der Nervenerregung durch den Schall verborgen und schon deshalb verdienen sie näheres Studium.

Die Haare verhalten sich Natron und Säuren gegenüber wie Chitin. Sie sind, obgleich hohl, im Ganzen ziemlich fest gebaut und etwas brüchig. Sie lassen sich leicht hin und her bewegen, da die kuglige Basis

sich einbiegt, nur nach den Otolithen zu lassen sie sich schwieriger herunterbiegen, soweit sich das bei Bewegungen mit der Nadel unter 50maliger Vergrösserung bestimmen lässt.

Wir wollen am Haare den Porencanal, die Haarkugel (*Farre*) und den Haarschaft unterscheiden.

Der Porencanal ist weit und der Dünnheit der Sackmembran entsprechend kurz. Seine Wandungen heben sich jedoch etwas über die Fläche hinaus und bilden so eine Art Ring, Fig. 17 𝔭. Auf der einen Seite erhebt sich vom Ringe ein starker Fortsatz, Fig. 17 𝔷, der 0,019—0,026 mm. breit und so gebogen ist, dass er einen Theil der Haarkugel bildet. Er ist 0,03 mm. lang und endet mit abgerundeter Kante, welche jedoch noch zwei Höcker, einer grösser als der andere, trägt (wenigstens bei den grösseren Haaren). Diesen Fortsatz, der wesentlich zur Stütze der Haare beiträgt, wollen wir als Zahn, 𝔷 der Figuren, bezeichnen. Von ihm und dem Ringe geht nun eine dünne Membran aus, Fig. 18 *A*. 𝔣, welche die seitliche Begrenzung der Kugel bildet. Sie ist äusserst zart, zeigt aber dennoch bei genauerem Zusehen eine zarte Längsstreifung. Dieselbe hängt ab von einer Faltung der Membran, das lässt sich bei Ansichten von oben erkennen, wenn das Haar von der Kugel abgerissen ist. Es werden bekanntlich jetzt Böte von sehr dünnen Metallplatten verfertigt, Platten, die aber um der Last gewachsen zu sein cannelirt werden müssen; sollten die Fältelungen der Kugelmembran ähnliches bezwecken?

Auf der Kugel ruht, sie von oben her schliessend, der Haarschaft, überall durch die Membran von der dicken Sackwand getrennt, nur der Zahn scheint sich unmittelbar mit ihm zu verbinden[1]), also eine grössere Continuität mit der Wand herzustellen.

Das Haar selbst ist ziemlich lang und zugespitzt, es ist gefiedert (Fig. 18 *C*). Auf der einen Seite zeigt es eine recht dunkle und dünne Begrenzung, welche diese Eigenschaften jedoch nur bis zur Mitte des Haares hinauf beibehält. Man sieht dieselbe nur, wenn auch der Zahn von der Seite gesehen wird, und dann bildet sie stets die ihm gegenüber stehende Seite des Haares. Sieht man den Zahn von der Fläche, so ist auch das Haar an beiden Seiten gleichmässig begrenzt, dagegen finden wir alsdann an dem Ende der uns zu- oder abgewandten Seite eine zungenförmige Vorragung (Fig. 18 *B*. 𝔩), die wiederum recht dunkle Ränder zeigt. Diese Vorragung ist zwar bei ganz platt liegenden Haaren in der Mitte nicht scharf begrenzt, weil sie sich hier ein wenig abbiegt (Fig. 17. 18 *A*), sie wird aber bei etwas schräg dem Beobachter zu- oder abgekehrter Haarspitze ganz scharf begrenzt gesehen. Warum nun das Haar auf der einen Seite dunkler erscheint, das mag theilweise auf einer Verdichtung der Substanz beruhen, anderntheils findet es seinen Grund in

1) Ich halte es für möglich, dass diese Verbindung nur eine Berührung ist, dass sich auch hier ein schmales Stück der Membran zwischen Zahn und Schaft einschiebt, wie bei Palaemon, Alpheus, Mysis.

einer starken Lichtbrechung an der Innenwand der Membran. Wie nämlich die Durchschnitte Fig. 18 *E* zeigen, stösst die Membran *l* unmittelbar an den Haarcanal, der mit Flüssigkeit gefüllt ist, während den übrigen Theilen der Haarwand noch verdickende Stoffe anliegen.

Nach oben zu zeigt die besprochene Haarwand ein ziemlich scharfes Ende (Fig. 18 *D*). Nachdem sich nämlich ein Knötchen (*a*) an ihr gebildet hat, läuft sie eine kleine Strecke etwas verdünnt weiter, um dann rasch in die gewöhnliche Haarmembran überzugehen.

Das ganze beschriebene Gebilde, welches wir Lingula benennen wollen, stellt also eine lange schmale Platte dar, welche einen Theil der Haarwand bildet. Alles zusammengefasst beginnt die Lingula mit einem zungenartig geschweiften Rande, der frei in die Haarkugel vorragt und läuft dann, ein wenig rinnenförmig gebogen, nach oben zu sich verschmälernd bis zur Mitte des Haares hin, wo sie aufhört sich von der übrigen Haarwand zu unterscheiden. Ihre seitliche Begrenzung ist nicht scharf abgesetzt und besonders von der Fläche nicht zu erkennen, in Durchschnitten (Fig. 18 *E*) kann man sie jedoch ziemlich scharf bestimmen. Die Seite des Haares, an welcher die Lingula sitzt, wollen wir künftig bei allen als L i n g u l a s e i t e bezeichnen.

An der Seite, wo der Zahn sitzt, und an der Spitze hat nun das Haar einen ganz anderen Habitus. Es ist hier mit bis 0,1 mm. langen, recht feinen Fiederhärchen ziemlich dicht besetzt. Diese Härchen sind rund, starr und entspringen mit etwas verdickter Basis! Ob sie solide oder hohl sind, blieb bis jetzt verborgen. Sie stehen sehr häufig ohne Ordnung auf dem Haare, zuweilen ist es aber deutlich zu erkennen, dass sie in schrägen Reihen angeordnet sind (Fig. 18 *F*).

Die Wand des Haarschaftes erscheint ziemlich dick und nach innen zu unregelmässig wellig begrenzt, besonders dick und deutlich am Anfange des Schaftes. An Querschnitten von dieser Stelle wird das Verhalten noch deutlicher (Fig. 18 *E. a*), es erscheint, als wenn einer äusseren Membranschicht, die der Dicke der Lingula gleichen würde, von innen her eine scheinbar homogene, aber etwas wolkige Substanz anläge und sich ihr eng verbände. Diese innere Masse ist übrigens auch Chitin. An hoch angelegten Querschnitten zeigt sie sich nicht mehr so reichlich entwickelt, ist jedoch immerhin noch kenntlich. Aus der Nähe der Haarspitzen habe ich keine Querschnitte erhalten. Die so geschilderte Seite möge F i e d e r s e i t e heissen.

Der allgemeinen Form nach ist der Haarschaft an seiner Basis dick, verschmälert sich dann rasch um etwa ein Drittel und spitzt sich dann sehr allmählich zu. Vom Ende der Lingula an ist die Spitze weniger starr. Der Querschnitt des Haares am unteren Theile ist nie rund, sondern eiförmig mit der Spitze nach der Lingula gerichtet, daher kommt es, dass z. B. in der Zeichnung der Lingula, Fig. 18 *B*, das Haar so schmal erscheint. Die Haare legen sich nun gewöhnlich auf eine ihrer

ungenannten Seiten und daher werden sie beim Schnitte, auch mit sehr scharfem Messer, stets noch künstlich abgeplattet. Zuweilen sah ich an solchen Schnitten die Lingulaseite ganz zugeschärft, in anderen Fällen aber so wie es die Figur zeigt. Da mir schliesslich das Material ausging, bin ich nicht zur endgültigen Entscheidung gekommen. Höhere Querschnitte nähern sich mehr dem Runden. Der Haarcanal liegt bis dahin excentrisch. Der Inhalt des Canales (die Nervengranula *Farre*'s) ist sehr blass, zeigt aber hin und wieder Kugeln oder Tropfen, Zellen habe ich nicht darin finden können, glaube überhaupt nach dem Verhalten der eindringenden Luft beim Austrocknen, dass der Haarcanal nur Flüssigkeit enthält[1]).

Astacus fluviatilis (Fig. 38).

Die Hörhaare dieses Thieres umstehen in ähnlicher Weise wie die des Hummers die Otolithen, tief in sie hineinragend. Hinsichtlich der Anordnung verweise ich auf *Farre*'s Pl. X. Fig. 15. Es ist zwar diese Figur nicht so richtig, wie die vom Hummer, jedoch schien mir die Sache nicht von der Wichtigkeit, um eine neue Abbildung zu geben. Die Haare stehen auch hier nicht in einer, sondern in zwei Reihen, die eine aus kleineren Haaren bestehend, dichter an den Steinen, die andere weiter dahinter. Auch beim Krebse stellen sich die Haare an einem Ende des Halbcirkels in einem Haufen kleinerer Haare zusammen. Diese Data möge man sich zur Figur hinzudenken.

Die Haare verhalten sich nun in den Theilen, welche mir wesentlich scheinen, ebenso wie die des Hummers. Die grössten haben eine Länge von 0,49, Breite von 0,034 mm. Der Zahn ist ziemlich klein und dünn, die Membran der Kugel sehr deutlich gestreift. Die Lingula ist sehr deutlich und wie es scheint auch seitlich ziemlich scharf begrenzt; wenn man darnach gehen will, würde sie ein sehr lang gestrecktes Oval bilden. Das Knötchen an ihrem Ende vermochte ich nicht nachzuweisen. Man findet an ihr sehr langgestreckte Anschwellungen unterbrochen von schmalen Verdünnungen der Membran, Aehnliches findet man aber noch an der Zahnseite und bei anderen Haaren (man sehe Fig. 18 *F* vom Hummer), am deutlichsten bei den Riechhaaren *Leydig*'s, es werden das Abdrücke der Bildungszellen des Haares sein. Wenn ich übrigens sagen muss, dass die Lingula beim Krebs sehr deutlich sei, so will ich doch gestehen, dess ich sie sehr lange völlig übersehen habe, so dass ich erst, nachdem ich das Gebilde am Hummerhaar erkannte und studirte, die Gelegenheit, allerdings nur an Čr-präparaten, finde, mich zu wundern wie man dergleichen so ganz übersehen kann.

Die Zahnseite ist gefiedert, aber nicht überall, sondern sie trägt auf jeder Seite nur eine Reihe Fiederhärchen. Nach dem Zahn zu endet sie mit einer kleinen Verdickung, die man eigentlich auch beim Hummerhaar

1) Weitere Begründung dieser Ansicht siehe beim Haarwechsel.

erkennen kann, die wir aber deutlicher an den freien Haaren von Palaemon und Mysis als Gegenzahn wiederfinden werden. Die Zahnseite ist auch in diesen Haaren ziemlich dickwandig, es scheint aber als wenn sie in der Höhe, wo die Lingula aufhört, sich ziemlich schnell verdünnt. Seitlich an der Spitze des Haares stehen die Fieder etwas unregelmässig und man findet dort auch wohl ein Knötchen von dunkler Substanz in der Rinde des Haares.

Crangon vulgaris (Fig. 19 u. 20).

Die Haarbildung der »Eule«, wie sie das Volk hier nennt, hat manches Auffallende. Es steht nämlich auf der schon erwähnten Vorbucklung eine einzige Reihe von 7 oder 8 Haaren (Fig. 19 η); diese Haare reichen bis zur Kugel in die Steine hinein, ihre Zahl erscheint viel zu gering für deren Masse.

Die Haare Fig. 20 sind klein und bereiten daher der Analyse grössere Schwierigkeiten. Man erkennt aber an ihnen noch recht gut die einzelnen Bestandtheile. Sie sind 0,075 mm. lang, 0,0075 mm. breit und gerade aufgerichtet. Der Porencanal wirft einen kleinen Rand auf, von dem ein ziemlich breiter Zahn entspringt. Die Membran der Kugel lässt bei günstiger Beleuchtung noch die Streifung erkennen. Der zungenförmige Anfang der Lingula ist von der Fläche sowohl wie von der Kante recht deutlich und ragt ziemlich weit in die Haarkugel vor (d. h. die Membran der Haarkugel setzt sich nicht an die Kante, sondern auf die Fläche der Lingula). Die Fortsetzung derselben auf den Schaft hinauf lässt sich leicht constatiren, wie die Zeichnung gemacht wurde, kannte ich aber das Verhalten noch nicht. Die Zahnseite des Haares ist doppelt gefiedert, sie beginnt mit einer stärkeren Wulstung (Fig. 20 g), welche auf dem Zahn ruht oder über ihm schwebt und die wir als Gegenzahn bezeichnen. Die Seiten der einzelnen Haare sind einander nicht parallel gerichtet, sondern sind nach verschiedenen Richtungen gewandt.

Palaemon antennarius (Fig. 21. 22. 31).

Die betreffenden Haare dieses Thieres stehen in einem nach rückwärts offenen Halboval in einfacher Reihe, nur an dem lateralen hinteren Ende verdoppelt sich die Reihe der hier feiner gewordenen Haare. Es sind ihrer etwa 40. Sie zeigen bereits Eigenthümlichkeiten, welche sie von den bisher beschriebenen Arten stärker unterscheiden; sie sind nämlich alle stark winklig geknickt und laufen nach einem Centrum zu. Da die geknickten Theile selbst sehr lang sind, noch dazu aber Fieder besitzen, verflechten sie sich gern mit ihren Nachbarn, ja vielleicht sogar mit ihrem Gegenüber und bilden auf diese Weise eine Art Teller für die Otolithen Fig. 21. Ich habe zwar diesen Teller nicht ganz frei von fremden Bestandtheilen sehen können, halte aber seine Existenz für gewiss. Die Haare selbst sind schon recht zarte blasse Gebilde, die grössten 0,0938 mm. lang, 0,0038 mm. breit, sie stehen durchschnittlich 0,0075 mm. von einander entfernt.

Die Haare stehen rings um den Buckel auf dem Boden des Otolithensackes, ihr Anfangstheil, der Schaft, nimmt eine stark peripherische Richtung an, dann plötzlich knickt er sich zu einem spitzen Winkel ein, so dass nun der übrige Theil des Haares, die Haarspitze, horizontal nach innen zu geht.

Der Porencanal des Haares (Fig. 22 *A. B.* 𝔭) ist verhältnissmässig lang, 0,0135 mm., und bohrt sich schräg durch die Chitinhaut durch; er ist im Verhältniss zu denen anderer Haare auffallend eng, besonders in seinem mittleren Theile, nach den Enden zu erweitert er sich etwas. Auf der Oberfläche scheint er einen kleinen Ring zu bilden. Von ihm aus entspringen Zahn und Kugelmembran. Ersterer (𝔷) erscheint von der Fläche gesehen nicht sehr deutlich als ziemlich schmales Gebilde, nicht deutlich, weil man dabei durch das Haar oder die Membran des Otolithensackes hindurchsehen muss. An Seitenansichten sieht man ihn deutlich, man erkennt, dass er stets an der peripherischen Seite des Canales entspringt. Die Membran der Kugel ist noch ziemlich mächtig, eine Kannelirung bemerkte ich nicht an ihr.

Am eigentlichen Haar unterscheiden wir, wie gesagt, die Spitze und den Schaft. Von der Seite gesehen zeigt letzterer eine dickere doppelt contourirte periphere Wand, der von innen her jene schon vom Hummer her bekannte wolkige Substanz anliegt. Diese Wand beginnt über dem Zahne mit einem kleinen Knötchen, dem Gegenzahn. Die dem Centrum zugewandte Seite erscheint dagegen nur als ein sehr feiner Strich. Diese Seite beginnt mit einem stark lichtbrechenden Knötchen (Fig. 22 *C*), welches auf einer schmalen vorspringenden Zunge des Haarschaftes aufsitzt. Dieser Knoten ist die Ansatzstelle des Nerven, daher diese zarte centrale Seite des Schaftes als Lingula zu deuten ist. Der Schaft ist nicht gefiedert, erst von der Stelle an, wo das Haar sich knickt, tritt die Fiederung auf. An der Knickungsstelle scheint das Haar sich abzuplatten und wird gleichzeitig biegsamer, etwas Aehnliches war ja auch schon vom Hummerhaar zu melden. Die Fieder bilden an ihrem Ursprunge ziemlich starke Knötchen. Ganz an der Spitze des Haares finden wir seitlich wiederum einen dunklen Punkt ansitzend Fig. 22 *D* 𝔫, wir treffen dasselbe öfter noch wieder, es hat nur die Bedeutung einer Narbe.

Hippolyte sp.?

Die Fig. 3 zeigt die Haare nur andeutungsweise; nach einer Skizze vom frischen Thier scheinen mir vier Haare vorhanden zu sein, welche von der medialen Wand entspringen, ein grösseres mehr isolirt rückwärts stehend, die anderen mehr nach vorn, sie gehen mit ihren winklig geknickten Enden in den Stein hinein, den sie tragen. An ihrer Basis sind sie alle kuglig erweitert; mehr habe ich von ihrer Structur nicht vermittelt.

Mysis spinulosus (Fig. 23. 10. 5. 4. η).

In den Haaren von Mysis treffen wir Bekannte, da schon *Frey* und

Leuckart von diesen Gebilden uns melden. Es handelt sich hier um sehr feine und blasse Theile, die nichts weniger als bequem zu erforschen sind. Sie entspringen auf dem Haarwulst und stehen ähnlich wie bei Palaemon in einer Bogenlinie, die kaum $^2/_3$ eines Kreises beschreibt und deren Concavität medial gerichtet ist. Da jedes Haar sich tief in den Stein einbohrt, stehen sie genau in der Anordnung, die *Leuckart* und *Frey* schon von jenem beschrieben haben, auch auf dem Haarwulst auf. Wir haben etwa 57 an Zahl, am weitesten nach rückwärts stehen die relativ grössten Haare. Den hinteren medialen Anfang des Bogens bilden zwei grosse Haare (in unserem Steine Fig. 4 ist das eine zufällig atrophisch), dann folgen nach einem kleinen Zwischenraum drei ebensolche Haare, nun entsteht ein grosses Spatium und darauf folgen sich die Hörhaare in ununterbrochener Reihe bis zum Ende des Kreises, der Reihe nach an Grösse abnehmend. Gerade der Oeffnung des Kreises gegenüber verdoppeln und verdreifachen sich die Haare, an den übrigen Stellen stehen sie einfach.

Diese Verdopplung hat wohl darin ihren Grund, dass der Stein auf der entgegenstehenden Seite gar nicht gestüzt ist, warum er das aber nicht ist, wird, da der Nerveneintritt nichts damit zu thun hat, wohl auf einem akustischen Gesetze beruhen. Pei Palaemon findet sich übrigens wie schon erwähnt, die Verdopplung der Haare erst an dem einen Ende.

Die Haare tragen den Stein ganz frei in der Höhle.

Die specielle Betrachtung ergiebt auch von diesen Haaren manche Besonderheiten. Die Resultate, welche an den grösseren Haaren gewonnen sind, lassen sich noch mit einiger Mühe an den kleinsten bestätigen, doch liegt es schon sehr an der Grenze meiner optischen Mittel. Der Porencanal Fig. 23 𝔭 ist weit, und zeigt an der centralen Seite eine dunkle Begrenzung, welche auf einer Vorragung des Randes beruht (Fig. 23 *A*). Aus der Mitte dieser Verdickung, also dem Centrum zugekehrt, entspringt ein schmaler stark lichtbrechender Fortsatz 𝔷, der Zahn, der bei Flächenansichten stets zunächst in die Augen fällt. Dieser Zahn endet etwas zugespitzt, es geht aber von ihm aus eine schmale das Licht weniger stark brechende Leiste weiter nach oben, welche wir als Balken 𝔟. bezeichnen können. Seitlich von ihm, vom Zahn und vom Porencanal geht die Membran der auch hier deutlichen Haarkugel ab, 𝔨., zuweilen sieht es aus als wenn die Kugel fehlte, wo dann das Haar offen sein müsste, jedoch beruht der Anschein unzweifelhaft nur auf der grossen Zartheit der Membran. Am winklig gebogenen Haare lässt sich deutlich Lingula und Gegenzahn unterscheiden. Die Lingula (Fig. 23 *A*. *B*. *C*. *D*. 𝔩) beginnt ähnlich wie es von den schon beschriebenen Hörhaaren angegeben ist, nur nicht so dunkel begrenzt. Bis zur Biegung des Haares hin erkennt man einen ihr entsprechenden Rand, dort scheint dann die Lingula zu enden und zugleich das Haar sich abzuplatten, es finden sich an der Stelle einige dunkle Knoten oder Linien, die man in Fig. 23 *B* und *C* finden kann.

Der Gegenzahn ist ein lichtbrechendes kleines Knötchen, g der Figuren, welches die Fortsetzung des Balkens ausmacht. Beim Abreissen des Haares pflegt der Balken am Zahn sitzen zu bleiben, also mit dem Gegenzahn weniger fest zusammen zu hängen. Die Spitzen der Haare sind ungefiedert, eine Thatsache, die für die ganze Auffassung der Hörhaare überhaupt sehr werthvoll ist, denn daraus wird deutlich, dass nicht etwa an den Fiedern oder deren Enden die Erregung des Nerven geschieht, sondern solche schon früher im Haar selbst stattfinden wird. Für gewöhnlich graben sich die Spitzen der Haare tief in den Stein hinein, man kann sie jedoch daraus mit Säure befreien und findet sie alsdann ziemlich lang, aber zuletzt so blass werdend, dass man sie aus den Augen verliert. An recht frisch gehäuteten Thieren erschienen die Haare wie Fig. 23 *E* es zeigt. Sie ragten immerhin schon in den Stein hinein, wurden aber noch vor dem Eintritt ausserordentlich blass, dabei zeigten sie dicht vor dem Stein einen eigenthümlichen glänzenden Knoten (n), der sehr ähnlich dem Endknoten der Riechhaare doch wohl nur eine Entwicklungsnarbe darstellt. Man sieht an den Haaren im Stein auffallende Figuren, die jedoch nur auf die Ablagerungsverhältnisse, kleine Lücken und Splisse im Stein zu beziehen sind. Die Grösse der Haare ist sehr verschieden, die Länge 0,06—0,08 mm., die Breite der Basis 0,003—0,004 mm.

Reflexionen über die Otolithensäcke.

Das Verhalten, welches wir so eben besprochen haben, dass namentlich ein so mächtiger Stein wie der von Mysis von Haaren ganz frei schwebend erhalten wird, machte einen so mächtigen Eindruck auf mich, dass ich nicht blos keinen Augenblick zweifeln konnte, es handle sich hier um ein Gehörorgan, sondern auch sogleich fühlte, wie von dieser Seite her zunächst der Gehörsinn angegriffen werden müsse.

Aus der Reihe von Beobachtungen, die wir durchgangen sind, scheint so viel mit Gewissheit hervorzugehen, dass es bei unseren Thieren keine Eigenthümlichkeiten[1]) der Otolithen sind, die das Hören bedingen, sondern dass es ziemlich gleichgültig sein wird, wie die Steine beschaffen sind, wenn sie nur eine gewisse specifische Schwere besitzen. Ferner ist deutlich geworden, dass nicht die Flüssigkeit, nicht die Wandungen des Bläschens von Bedeutung für das Hören sein können, denn erstere ist oft ja nur Wasser, letztere steht zuweilen mit den Otolithen in Berührung, andere Male dagegen nicht! Wir haben ferner gesehen, dass Haare, deren Grösse eine gewisse Stufenfolge zeigt, bei den verschiedenen Thieren in gewissen, naturgemäss auf akustische Verhältnisse zu beziehenden Eigenschaften sich ähnlich, von den Wänden des Sackes entspringen und in sehr nahe Verbindung mit den Steinen treten, so nämlich, dass

1) Man sehe auch Leucifer und Sergestes.

diese mehr oder weniger vollständig an ihnen hängen, von ihnen getragen werden.

Diese Sätze wird, denke ich, jeder unbefangene Leser zugeben wollen, man wird aber aus der Einleitung ersehen haben, dass wir so weit bisher keineswegs gekommen waren. Handelt es sich also um etwas Neues, so ist es wichtig, zu untersuchen, wie die Verhältnisse der Krebse sich zu denen anderer Thiere gestalten. Leider sind die Bildungen so schwierig, dass vergleichbare Befunde nur recht sparsam sind. Wir wollen für unsere Betrachtung zunächst die Otolithen in zwei Gruppen sondern, in ruhende und in schwingende.

Bei ersteren handelt es sich, so viel ich weiss, hauptsächlich um die Angaben von *Schultze*. In den Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut[1]) äussert *M. Schultze*: »Dieselben Haare (wie in der Crista acustica) aber weniger lang, fand ich auch in den Otolithensäckchen, wo sie sich der Art zu den Gehörsteinchen verhalten, dass sie die Oberfläche der letzteren erreichen können.« In einem früheren Aufsatze[2]) dagegen spricht er sich entschieden in der Weise aus, dass der Otolith von einer consistenteren schleimig gallertigen Substanz des Sackinhaltes in der Lage und von allen Theilen der Wand fern gehalten werde. Eine nachträgliche Anmerkung, dass beim Hecht, wie bei den Knorpelfischen, kurze Härchen nachzuweisen seien, modificirt die letztere Angabe wohl so, dass der wörtlich citirte Satz als allein gültig zu betrachten ist. *F. E. Schulze* giebt alsdann an[3]), dass die Haare in den Otolithensäcken vom Barsche unzweifelhaft wahrgenommen würden, und möchte sie aus Bildern schräg von oben und der Seite für kürzer halten, als die Haare in den Ampullen. *Hartmann*[4]) endlich spricht auch von Haaren des Otolithensackes, welche nicht kurz, was *Schultze* behauptet, sondern im Gegentheil verhältnissmässig recht lang seien. Aus den (unten wörtlich citirten) Angaben kann man nicht erkennen, was »verhältnissmässig« besagen soll, mit dem Cirkel gemessen waren auf der Abbildung die längsten 295 Mal vergrösserten Haare der frischen Crista acustica vom Hecht über dreimal kürzer, wie die 500 Mal vergrösserten 6 Stunden in KaO, CrO_3 erhärteten Haare des Otolithensackes desselben Thieres!

Im Frühling 1862 hatte ich bereits, ehe die Untersuchungen von *F. E. Schulze* erschienen, an zarten, unentwickelten Fischen unseres Hafens Beobachtungen über das Gehörorgan angestellt. An diesen war von den Nerven noch nichts zu sehen, dagegen sah man die Haare der Crista sehr schön und so lang, dass sie beinahe an die entgegengesetzte Wand der 0,037 mm. breiten Ampulle ragten, also fast die genannte

1) Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle. Bd. III.
2) Archiv für Anatomie, Physiologie 1858. pag. 343.
3) Zur Kenntniss der Endigungsweise der Hörnerven. Archiv f. Anatomie, Physiologie 1862.
4) Archiv für Anatomie, Physiologie 1862. Hft. IV.

Länge hatten. Länge des Fisches war 3,24 mm. Uns interessirt zunächst, dass man mit Deutlichkeit ganz ähnliche Haare an zwei kleine Otolithen gehen sah, und zwar so unmittelbar an dieselben heran, dass eine directe Berührung gewiss erschien. Der grössere Stein hatte einen Querdurchmesser von 0,006, einen Längsdurchmesser von 0,008 mm. Die Haare, die an ihn herangingen, waren 0,0067 mm. lang, ein Maass, welches zugleich die geringste Entfernung des Steines von der Wand ausdrückt. Sehr auffallend war mir, dass constant (in über 10 Beobachtungen) einige der Haare auf der einen Seite des Steines ziemlich weit von ihm vorbeigingen, aber nur 0,009 mm. lang gesehen werden konnten. Die vorbeigehenden Haare erkannte man im Querschnitt an dem zweiten Stein, wo aber gleichfalls über die Art ihres Endes nichts zu sehen war. Wahrscheinlich verhielt sich hier die Sache ähnlich wie bei dem etwas später beobachteten Gobius, den ich für G. minutus Cuv. halten möchte. An diesem Thiere liessen sich wiederum die Haare aufs prächtigste beobachten. Es waren drei Otolithen, ein grösserer und zwei weit kleinere vorhanden. Der grösste (Fig. 24 *A ε*) liess sich an allen Thieren, die nicht allzuviel Pigment hatten, sehr schön zur Beobachtung verwenden, wenn man nach Entfernung von Kiefer und Kiemen von der Gaumenseite aus ihn betrachtete. Aldann sah man die Verhältnisse deutlich in der Weise, wie es die Figur zeigt.

Der Otolith liegt mit seiner breiten Fläche der Wand zugekehrt, es bleibt aber zwischen ihm und der Wand noch überall ein deutliches Spatium. Letzteres würde grösser sein, wenn nicht gerade der entsprechende Theil der Sackwandung verdicktes Epithel (*a*) hätte. Aus diesem entspringen mit verdickter Basis eine grosse Anzahl mässig feiner (unter 0,0015 mm.) Haare, dieselben finden sich, wie man sieht, noch weiter vorn wie der Stein selbst, dagegen nicht so weit nach hinten. Dort, wo sie dem Stein gegenüber liegen, gehen sie unmittelbar an diesen heran, es macht den Eindruck, als wenn sie den Stein trügen, wo der Stein aber von der Wandung zurückweicht, treten sie nicht mehr an ihn selbst, sondern an eine dünnhäutige Blase, welche mit anders wie die Endolympha brechender Flüssigkeit gefüllt ist und den Stein zu umschliessen scheint. Mit der Wandung dieser Blase verschmelzen die breiten Spitzen der Haare. Die Blase ist zuweilen mehr, zuweilen weniger gewölbt wie in der Figur, verhält sich darin aber an den Otolithen beider Seiten durchaus ähnlich. Beobachtungsfehler kommen hier nicht in Frage, da die Sache sich selbst Ungeübteren ganz leicht demonstriren liess. Durch diese Beobachtung würde die alte Anschauung über die besondere Otolithenmembran wieder hervorgeholt[1]).

1) *Hartmann* giebt in seinem Aufsatze über die Endigungsweise der Hörnerven Folgendes: »Zwischen einfachen Cylinderzellen (des Otolithensackes) liegen andere, deren peripherisches, leicht verdünntes Ende mit Borsten besetzt (ist), welche nicht kurz, wie *Schultze* behauptet, sondern verhältnissmässig recht lang sind. — Der Oto-

Die Verhältnisse, welche feststehende Otolithen bei den Tunicaten, eigentlichen Quallen, Würmern zeigen, scheinen schwierig zu erforschen, wir sind hier noch sehr wenig zu übereinstimmenden Resultaten gelangt, so dass es nicht gerechtfertigt ist, die betreffenden Angaben in den Kreis unserer Besprechung zu ziehen [1]).

Die zweite Form der Otolithenblasen ist diejenige mit beweglichen Hörsteinen. Nachdem namentlich *Siebold* diese Gehörorgane der Mollusken näher gewürdigt hatte [2]), fand *Kölliker* [3]) an einzelnen Objecten Flimmerhaare, welche den Stein bewegten. Mit Rücksicht auf die meisten Cephalophoren ist in diesem Standpunkte keine Aenderung eingetreten, *Frey* und *Leuckart*, *Leydig*, *Claparède* vermochten wohl in den Hörblasen einzelner Schnecken Flimmerhaare zu erkennen, in anderen dagegen durchaus nicht, und um noch eins zu erwähnen, gelang es mir

lithensack wird von der Nervenleiste durch einen geringen Zwischenraum getrennt, welcher wie die ganze Höhle mit einer zähflüssigen, hyalinen Masse ausgefüllt ist. Für letztere möchte ich nicht, wie *Schultze*, die Bezeichnung ‚glaskörperchenähnliche Inhaltsmasse' wählen (loc. cit. steht glaskörperähnliche I.), da sie denn doch zu flüssig ist, flüssig genug, um die Schwingungen des festen Körpers auf die härchentragenden Gebilde des Cylinderepithels der Crista leicht übertragen zu können.«

Hartmann scheint also einen Sack für die Otolithen zu constatiren, giebt aber keine eigene Beobachtung darüber. Wir dürfen wohl überhaupt auf den Inhalt des Citates keinen Werth legen, denn einestheils hat offenbar die aus der ganzen Arbeit vorleuchtende fast zügellose Gehässigkeit gegen *M. Schultze* die unbefangene Beobachtung gestört, anderntheils ist *Hartmann* recht ferne von einer vollen Erkenntniss auch nur des bisher Erforschten geblieben. Da ich den Gegenstand mehrfach und zuletzt eben an dem Gobius untersucht habe, hielt ich es für unwürdig, diese Gelegenheit vorübergehen zu lassen, ohne mich gegen das Verfahren des Herrn *Hartmann* auszusprechen.

1) Obgleich die bedeutendsten Forscher sich mit den Hörblasen dieser Thiere beschäftigten, hat doch, so viel mir bekannt, keiner den gefundenen Bau ernstlich auf akustische Einrichtungen reduciren wollen. Ich machte im Herbst an einer nicht näher zu bestimmenden Eucope Ggbr. Beobachtungen, die mir in der Beziehung klar schienen (Fig. 24 *B*). Hier fand sich in den zahlreichen Otolithensäcken an der centralen Seite eine verdickte Stelle (α) als verdickte Epithelschicht zu deuten. Von hier aus sah man sehr feine Haare (η) nach einem Steine (ε) zu strahlen, der in der Mitte des Sackes lag. Der Stein war aber in einer inneren Blase (ε'), die er nicht ganz ausfüllte und an die eine Seite dieser Blase gingen noch wieder Haare heran. Diese Beobachtung war an allen Bläschen zu wiederholen. Die Härchen waren zwar sehr blass und wenig lichtbrechend, jedoch schon mit Oberhäuser Syst. 8 und allen Stiplinsen zu erkennen. Erst später fand ich, wie sehr meine Beschreibung dieses Gegenstandes von derjenigen *Leuckart*'s, *Gegenbauer*'s, *Keferstein*'s und *Ehlers*' abweicht. Ich fand keine Gelegenheit, weitere Beobachtungen anzustellen, wenn ich nun auch meines Bildes sicher bin, kann doch bei dieser Sachlage eine einmalige Untersuchung zu nichts Weiterem berechtigen, als fernere Nachforschungen bei passender Gelegenheit anzuempfehlen. Für die Nerven nach *Agassiz* trete ich ein.

2) Ueber ein räthselhaftes Organ einiger Bivalven. Archiv für Anatomie, Physiologie 1838. — Ueber das Gehörorgan der Mollusken. Archiv f. Naturgeschichte 1841.

3) Ueber das Gehörorgan der Mollusken. *Frorieps* Neue Notizen 1843.

heute ebensowenig wie *Kölliker* vor 20 Jahren im Gehör von Aeolidien die Bewegungsursache nachzuweisen.

Nur die Heteropoden gestatteten eine tiefere Erkenntniss der Verhältnisse, die wir vornehmlich *Leydig*[1]), *Leuckart*[2]) und *Gegenbaur*[3]) verdanken. Das für uns wesentliche der Beobachtungen besteht darin, dass in der Mitte einer runden Blase ein Stein liegt, der leichte Bewegungen zeigt, zu ihm hin gehen lange steife Härchen, die hin und her schwingen; auffallend ist, dass keiner der Beobachter entschieden angiebt, die Haare berührten den Otolithen[4]).

In neuester Zeit hat *M. Schultze* nun noch an Pisidium beobachtet[5]), »dass zwei Arten von Härchen, feine, sehr kurze, wimpernde — — und längere, steife, wie es scheint nur secundär durch die feinen Cilien an ihrer Basis in Mitschwingungen versetzte, zu unterscheiden sind. Die längeren Haare stehen theils in Gruppen, theils zerstreut, und haben eine Länge, dass sie bis an den Otolithen heranreichen können.«

Das sind nun die doch immer noch recht mageren Thatsachen über die schwingenden Otolithen; es dürfte willkommen sein, dass noch einige, wenngleich unvollkommene Beobachtungen angeführt werden können. Mya arenaria L. schien mir zur Untersuchung geeignet. Man findet die Otolithen leicht nach der von *Siebold* angegebenen Methode, oder auch wenn man den Fuss lang abschneidet und dann von der Schnittfläche nicht zu scharf Darm und drüsige Theile entfernt, gewöhnlich wird man das Ganglion als hellgelblichen Knoten ohne weiteres in der Mitte

1) Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie III. pag. 325.

2) Zoologische Untersuchungen. Hft. 3. pag. 34.

3) Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden pag. 110. 140. 167.

4) Hier sind freilich Schwierigkeiten; es ist nicht unwahrscheinlich, dass sich der Endapparat des Nerven selbst noch der Forschung entzogen hat und da wäre es denkbar, dass die Haare den Stein nicht berührten. Nach der Abbildung von *Leydig* (Carinaria) bleiben nun die Haare weit vom Stein entfernt, gleichfalls nach der von *Gegenbaur* (Pterotrachea) (mit Ausnahme eines einzigen). Während *Leydig* und *Leuckart* über unsere Frage schweigen, giebt *Gegenbaur* für Atalanta an, die Gehörblasenwand sei »mit einzelnen langen Cilien besetzt, die fast bis zum Otolithen heranreichen und denselben im Centrum der Kapsel zu fixiren scheinen«. Also reichen die Haare nicht ganz heran? Ohnehin fahren bei Carinaria die Haare nach dem Tode auseinander und doch giebt Niemand an, dass dann der Otolith aus der Lage komme. Hingegen geben die Maasse von Carinaria das Resultat, dass wenn die Haare nicht geknickt sind, sie sich mit bedeutender Länge an den Otolithen anlegen.

	Leydig	*Gegenbaur*
Otolithenblasendurchmesser	0,1080‴	0,1—0,12‴
Otolithdurchmesser	0,0945‴	0,09—0,08‴
Berechnetes Spatium zwischen Wand und Otolith	0,0068‴	0,02‴
Länge der Haare	0,0270‴	0,03‴

Danach könnten die Haare also mindestens um $\frac{1}{3}$ ihrer ganzen Länge noch in den Stein hineinragen. Durch diese Schwierigkeiten können wohl erst erneute Untersuchungen leiten.

5) Bau der Nasenschleimhaut pag. 9.

der Schnittfläche erkennen, sonst muss man Stücke abtragen und comprimiren. Wenn man den Körper der Mya vorsichtig aus der Schale herauspresst, hat man gewöhnlich das mit Blut gefüllte Herz frei vor sich und kann daraus zur Untersuchung einen genügend grossen Tropfen gewinnen. Die Otolithenblasen wachsen fast gar nicht mit der Grösse des Thieres. Wenn ich die Gehörorgane frei oder bei gelinder Compression betrachtete, glaubte ich ganz entschieden *Schultze*'s Angaben über Pisidium hier wieder bestätigen zu können, nämlich in der Innenwand des Sackes sehr feine Flimmerhaare und auf den Stein zu und in ihn hinein feine dunkle Härchen von allen Seiten einstrahlen zu sehen. Jedoch ich wünschte die isolirte Ansicht dieser Härchen. Die Otolithenblase wird durch eine ziemlich dicke kernhaltige wohl bindegewebig zu nennende Scheide gebildet, der innen die Epithelzellen aufliegen. Wenn diese Hülle vorsichtig, sei es durch einen Schnitt, sei es durch Zerreissen gesprengt wird, tritt der Stein, noch innerhalb der Epithelblase gelegen, aus. Das sehr körnige Epithel löst sich leicht ab, so dass ich es nur selten vollständig erhalten sah, wenn man es ganz entfernt, ergiebt sich, dass dasselbe noch nach innen von einer Blase, gleichsam einer Cuticulaschicht des Epithels ausgekleidet war. Diese Blase stellt sich recht leicht dar und umgiebt den planconvexen Stein als weit abstehender Schlauch. Hatte ich den Otolithen im Blute der Muschel so weit isolirt, wobei im Ganzen immerhin 30 Minuten verstrichen waren, so konnte ich nicht mehr Haare an ihn herantreten sehen, auch keine Flimmerung mehr wahrnehmen. Wenn ich diese Blase nun noch sprengte, wurde der Otolith ganz frei und hing nirgends mehr fest.

Dass diese Resultate so nicht richtig sein können, ist selbstverständlich, ich habe jedoch wiederholt den Otolithen so schonend befreit, ohne mehr wahrzunehmen, dass ich die Sache aufgab, weil ich nicht absah, was weiter anzufangen sei. Die mehrfachen Otolithen von Mytilus konnte ich nicht mit der Sicherheit auffinden, wie sie für die Untersuchung nöthig ist.

Ein anderes Thier mit mehrfachen schwingenden Otolithen verspricht bessere Resultate zu geben.

Cydippe pileus Eschsch. trägt bekanntlich am Trichterpol ein durch einen schwingenden Otolithenhaufen gekennzeichnetes Ohr. Am richtigsten und eingehendsten scheint mir *Gegenbaur*[1]) das Organ zu beschreiben. Es ist nach ihm ein mit Cilien ausgekleidetes Bläschen, welches dicht über dem Nervencentrum liegt, die Otolithen sind rundliche oder sechsseitige Concretionen (nicht Kalk V. H.), die selten einfach, meist zu einem Häufchen vereint in mitten des Bläschens in zitternder Bewegung begriffen sind.

1) Vergleichende Anatomie pag. 80. Die Beschreibung im Archiv f. Naturgeschichte 1856 pag. 183 ist davon abweichend.

Wenn man unsere Cydippe, sei es ohne weiteres in aufrechter Lage unter schwacher Compression, oder den abgeschnittenen Trichterpol von oben betrachtet, so findet man die Otolithen in einer sechseckigen, mit convex vorgewölbten Wänden versehenen flimmernden Höhle liegen, die Otolithen bewegen sich in der Regel nur sehr wenig. Vier Ecken der Höhle entsprechend sieht man dicht an dem Otolithenhaufen einen dunklen schmalen lichtbrechenden Streifen sich zitternd bewegen, den man zunächst als kleinen von dem Haufen losgetrennten Stein aufzufassen geneigt ist. Je mehr und öfter man jedoch zusieht, desto unzweifelhafter wird es, dass diese symmetrisch liegenden, dunklen, beweglichen Striche nicht Steine, sondern eigenthümliche Bildungen sind, die nach abwärts zu aus der Wand des Sackes entspringen. Genau unter ihnen verlaufen die schmalen, durch ihren grossen Kernreichthum fast gewürfelt aussehenden Nervenstränge, die von der Anschwellung unter den ersten Wimperplatten herkommend gerade unter den Otolithen sich zu vereinen und dort in die Tiefe zu gehen scheinen.

In die Ganglien sah ich, weil alle meine Exemplare für diese Beobachtung zu gross waren, die Nerven nicht gehen, doch stimmen letztere so vollkommen mit der Beschreibung z. B. von *Gegenbaur* überein, dass ihre Identität mir unzweifelhaft ist. Seitlich auf den convex vorspringenden Wänden sitzen ziemlich lange Flimmerhaare auf. Diese Wände sind etwas pigmentirt und so undurchsichtig, dass man schon darum keine guten Seitenansichten erhält. Isolirt man aber möglichst vorsichtig den Sack und zerreisst ihn darauf, so theilt sich meistens der Otolithenklumpen in mehrere Theile und in diese hinein habe ich relativ recht mächtige, gekrümmte, mit ziemlich dicker Basis versehene Haare gehen sehen, welche anderntheils noch Rudimenten der Sackwandung aufsassen und durch daneben schlagende Wimpern noch bewegt wurden. Die Ansicht dieser Haare von oben ist es, welche jene queren sich bewegenden Striche bewirkte. Die Beobachtung, von der ich nur das Wichtigste gab, ist ganz klar, wenngleich nicht ohne Mühe und Opfer mehrerer Exemplare zu machen, sie beweist mir schlagend, dass auch hier für die vielen beweglichen Otolithen ein ähnliches Verhalten zu Haaren stattfindet, wie wir es schon öfter trafen. Ich würde über diesen eleganten Gegenstand gern eine Zeichnung gegeben haben, aber die Thiere haben sich meinem Bereiche entzogen.

Wenn wir so auch uns eine gewisse Uebersicht über die verschiedenen Otolithenformen verschafft haben, so wird es doch wohl manchem Leser wie mir ergehen, der ich schwingende Steine und den Begriff eines Gehörorganes nicht recht vereinigen konnte. Vergeblich suchte ich nach einer Theorie dieses Gegenstandes, und da mir auch sogar jede Einrichtung an ruhenden Otolithen von höchst zweifelhaftem Werthe dünkt, so lange diese schwingenden Steine unbegreiflich erscheinen, muss ich den betreffenden Leser schon bitten, sich mein Raisonnement gefallen zu

lassen. *Siebold* bezieht sich auf einen Ausspruch von *Joh. Müller*[1]), dass die Hörsteine und der krystallinische Brei im Labyrinth durch Resonanz den Ton verstärken müssten, selbst wenn diese Körper die Membran, auf welcher die Nerven sich ausbreiten (jetzt also die Härchen) nicht berührten. Da es sich bei unserer beschränkten Kenntniss des Gegenstandes vorläufig nur um eine einigermaassen befriedigende Anschauung handelt, dürfen wir jenen Satz wohl als Basis nehmen, so dass uns auch die Frage nicht weiter berührt, ob die Haare ganz an den Stein herangehen oder nicht.

Es fragt sich nun, können die durch die Cilien erregten Schwingungen des Otolithen Gehörempfindungen veranlassen? Es wäre möglich, dass alle Flimmerhaare zugleich schlügen, das gäbe dann nur 12 Schwingungen in der Secunde, könnte also mit den durch Töne erregten Schwingungen des Steines nicht verwechselt werden. Die Haare werden aber wohl verschieden, wenn gleich in einem gewissen Rhythmus schlagen, so dass dadurch bei genügender Kraft des einzelnen Haares eine grössere Anzahl von Anstössen in der Secunde dem Steine ertheilt werden könnte, kurz, dass dadurch der Stein sich verhielte, wie wenn ein reiner Ton von entsprechender Höhe ihn träfe. Selbst dann brauchte diese Erregung des Hörnerven ebenso wenig störend auf die Schallempfindung einzuwirken, wie es uns störend ist, dass ehe wir einen Körper mit dem Auge fixiren, unsere Retina bereits in allen ihren Theilen erregt ist. Wirkliche Störungen würden wohl nur entstehen können, wenn die Flimmerhaare plötzlich und unregelmässig ihren Rhythmus änderten, ein Fall, der zu unwahrscheinlich ist, als dass wir ihn zu erörtern hätten.

Bei denjenigen Mollusken welche viele Otolithen besitzen, kommt nun noch in Betracht, dass die Steine, wenn sie aneinander stossen, erklingen könnten; allein schon der Umstand, dass in verwandten Arten, z. B. Mya und Mytilus, dann ein, dann mehrere Steine vorhanden sind, deutet auf die Bedeutungslosigkeit des Verhaltens hin; ferner liegen die Steine oft absolut ruhig, trotzdem, dass Flimmerhaare vorhanden sind und endlich geschieht der scheinbar kräftigste Gegenstoss doch in Wirklichkeit so langsam, dass schwerlich durch den Anprall sich Tonwellen erzeugen können. Sollte dennoch dabei eine Empfindung entstehen, so würde diese doch wohl immer gleiche Beschaffenheit haben und deshalb die Thiere nicht mehr wie z. B. uns das Picken einer Uhr, stören.

Uebrigens mag es sein, dass die ganze Einrichtung eine unvollkommene ist, dafür könnten andererseits wohl einige Vortheile damit verbunden sein. Wenn wirklich, wie ich nicht zweifle, die ruhenden Otolithen durch den Hörapparat selbst getragen werden, erfordert das eine gewisse Dicke und Unbiegsamkeit der Hörhaare. Unbegrenzt zart und

1) Physiologie II. pag. 463.

empfindlich gebaut, könnten diese Apparate, wenn nöthig und nützlich, in Ohren mit schwingenden Otolithen sein!

Wir kehren nunmehr zu unserem Thema zurück, indem wir die zweite Art von Hörhaaren beschreiben, nämlich

die freien Haare im Hörsack.

Man wird sich erinnern, dass Carcinus maenas keine Hörsteine besitzt, dennoch ward mit vieler Umständlichkeit ein Hörsack von ihm beschrieben; hier nun ist der Ort, das zu rechtfertigen. Es handelt sich um gar merkwürdige und interessante Dinge, in denen übrigens der Kieler Brachyure durchaus nicht allein steht. Es ragen nämlich in das Wasser des Hörsackes frei herein eine grosse Menge (circa 300) von zarten Haaren, die wie die Sache einmal liegt, zu nichts anderem als zum Hören [1]) dienen können; einige dieser Haare ahmen deutlich die Ampullenhaare der Wirbelthiere nach.

Von den früher beschriebenen Haaren zeigen sich hier manche Abweichungen. Namentlich fällt es auf, dass der Haarschaft nicht mehr über der Chitinhaut steht, sondern in sie sich einsenkt; es ist das eine Annäherung an den Habitus der Insectenhaare. Dabei ist nun freilich das Haar noch beweglicher an seiner Basis, wie bei den beschriebenen Makruren, so dass auf eine gleichfalls sehr zarte Verbindung mit der Wand des Hörsackes sicher geschlossen werden kann, in einzelnen Fällen gelang es wirklich eine zarte, das Haar tragende, Membran nachzuweisen. Bei der Zartheit der Haare würde es, wenn überhaupt thunlich, einen unverhältnissmässigen Zeitaufwand erfordert haben, die Untersuchung so ins Einzelne auszudehnen, wie bei der vorhergehenden Gruppe. Es sind zwar der Zahn, Anfang der Lingula und vor Allem ein identisches Verhalten der Nerven erkannt worden, es haben sich ferner keine dem Verhalten an Makruren widersprechende Befunde gezeigt, aber für ein tiefer eingehendes Studium schien bei diesen kleinen Brachyuren ein zu geringer Erfolg in Aussicht zu stehen.

Es ward schon früher einer durch Drüsenporen besonders ausgezeichneten Stelle Erwähnung gethan. Um diesen Platz, den wir als Otolithenplatz bezeichnen, stehen in einem Halbkreis kleine, gar schwer sichtbare[2]), gefiederte Haare. Diese sind ausgezeichnet durch eine winklige Knickung und gleichen darin den Otolithenhaaren von Palaemon und Mysis. Diese Winkelhaare, die wir gewöhnlich als Hakenhaare bezeichnen, erstrecken sich von dem Otolithenplatz weiter auf eine lateral und aufwärts gehende Fläche, die von Leisten begrenzt wird. In Fig. 26 sieht

1) Ich würde den Process noch »hören« zu nennen vorschlagen, auch wenn die Haare langsamere Schwingungen zur Wahrnehmung brächten als unser Gehörapparat.

2) Um die Haare zu sehen, hat man zunächst nach den Porencanälen zu suchen.

man die eine dieser Leisten mit den Haaren ϑ daran; um die ganze Fläche zu übersehen, nehme man möglichst kleine Exemplare.

Eine genauere Betrachtung dieser Haare ergiebt Folgendes (Fig. 27): Da wo die Haare ausgerissen sind, sieht man einen hellen Raum (Fig. 27 𝔥) zurückbleiben, welcher, wie Querschnitte beweisen, einer becherförmigen Aushöhlung der Sackmembran entspricht. Von der Fläche sieht man an diesem Becher stets einen excentrisch liegenden Kreis, der sich an Querschnitten als enger Porencanal ausweist. Die eine Wand des Bechers ist durch eine Wulstung ausgezeichnet, die einen Theil des Randes ausmacht und nur wenig über die Fläche vorsteht. Dies Gebilde, 𝔷, betrachte ich als Analogon des Zahnes. In den Becher ist nun das Haar eingepflanzt, mit dessen Wandungen wahrscheinlich durch eine sehr zarte Membran verbunden. Der Anfang des Haarschaftes ist ein convexer, zungenförmiger, von der Seite gesehen etwas zugeschrägter Rand. Das Haar selbst ist ziemlich stark befiedert, noch ehe die Knickung beginnt, zeigt aber sonst nichts Besonderes. Die Länge beträgt durchschnittlich 0,05 mm. Die Anzahl konnte ich nicht sicher bestimmen, doch zählte ich über 30.

Noch merkwürdiger wie die Hakenhaare ist der folgende Apparat. Auf dem Buckel (Fig. 26 *a*. 14. *k*) geht eine e i n f a c h e Reihe von Haarbechern von unten lateral nach oben (Fig. 26 𝔥). Diese Reihe lässt sich schon mit der Loupe als Strich erkennen. Auf jedem dieser Becher sitzt ein sehr gestrecktes Haar (Fig. 28) perpendiculär auf, wodurch ein Haarwall gebildet wird, der in den unteren und oberen medialen Halbcanal vorragt und den ganzen perpendiculären Sack in zwei Hälften theilt.

Die Länge der Linie, in welcher diese Haare aufgereiht stehen, ist nach der Grösse des Thieres verschieden, so maass sie

bei einem Krebse von 7 Centimeter Durchmesser = 1,125 mm.
bei einem solchen von $1^3/_4$,, ,, = 0,45 ,,
die Anzahl der betreffenden Haare des ersteren = 46
die Anzahl derselben bei letzterem . . . . = 39

woraus sich ergiebt, dass die Menge dieser Haare nur sehr wenig abhängig ist von der Grösse des Sackes.

Betrachten wir nun das einzelne Haar; die grösste Breite beträgt 0,003—0,002 mm., die Länge je nach der Grösse des Thieres 0,13—0,338 mm., so dass das Haar 60—160 mal so lang wie breit ist. Die Dicke der Wand, auf welcher das Haar sitzt, habe ich gleich 0,005 mm. gefunden, eine besondere Verdickung und Verdünnung findet in der unmittelbaren Nähe des Haares nicht statt. Dasselbe sitzt nun in eben solchem Becher (Fig. 28 *B*. *C*), wie er schon von den Winkelhaaren beschrieben ward. An der Basis des Haares sieht man in Fig. 28 *C* 𝔣 die Andeutung einer Kugelmembran, die sichtbar geworden ist, weil die Becherwand zufällig abgesprengt wurde und das Haar selbst schief liegt; doch es könnte dieses Bild täuschen.

Das Haar selbst fängt wiederum mit convexer Lingula an, zeigt sich ziemlich dunkel contourirt und verjüngt sich sehr allmählich. Plötzlich tritt dann wieder eine Verbreiterung an der Spitze ein, die man für abnorm halten würde, wenn sie sich nicht bei jedem Haare fände. Es macht sich dort nämlich eine Theilung in zwei Spitzen (Fig. 28 *A a* u. *b*), wovon die eine (*b*) stark lichtbrechend ist, dabei aber ziemlich in der Axe des Haares bleibt. Es wird wohl die Narbe des Haares sein. Die andere Spitze bildet einen conischen Aufsatz seitlich aufs Haar, sie ist rings mit sehr langen und fast unsichtbar feinen Fiederhaaren besetzt und könnte in sofern für sich allein ein gewöhnliches gefiedertes Haar darstellen. Die Länge dieses Theils beträgt kaum $^1/_{16}$ des Ganzen.

Diese als Fadenhaare zu bezeichnenden Hörapparate scheinen an ihrer Spitze völlig frei zu sein, die geringste Berührung knickt sie.

Die dritte Haarform (Fig. 29) findet sich auf einem Fleck zusammengedrängt in der äussersten Ecke des Sackes unmittelbar am Kopfe des Hammers. Bei ganz jungen Krebsen 28 an Zahl, sind bei grossen Thieren über 200 dieser Haare vorhanden. Sie stehen auf einem dünnwandigen Theil dieses Sackes und sind, weil gröber, trotz ihrer verborgenen Lage weit leichter zu finden, als die beiden vorhergehenden Haarformen.

Die Haare sitzen auf einem weitem Porencanal auf, aber auch ihnen fehlt die vorspringende Haarkugel; jedoch erkennt man schon weit deutlicher, wie das Haar nur durch eine dünne Membran mit dem Rande des Porencanales zusammenhängt. Ein Zahn, Fig. 29 *B*. 𝔷, ist wenig deutlich. Das Haar selbst beginnt mit einer Convexität (Lingula), wird bald glatt und endet mit stumpf lanzettförmiger Spitze. Es ist ungefiedert, zeigt, wenn man nicht gerade in Krebsblut untersucht, einen ziemlich körnigen Inhalt.

Die Zoëa von Carcinus (Fig. 25) zeigte merkwürdiger Weise nicht diese drei Formen, sondern nur eine, welche noch am meisten den Fadenhaaren ähnelte. Diese Haare sitzen, frei in den Antennenraum hinausragend, (ϑ) auf dem Buckel, die Steine tragend (η), an der Stelle des Otolithenplatzes.

Durch diesen Befund bei Carcinus, der, wie noch zu berichten, sich bei allen mir zu Gebote stehenden Brachyuren bestätigen liess, hat es sich gezeigt, dass bei diesen Thieren Gehörapparate vorkommen, welche der Otolithen entbehren können. Diese Erfahrung ist zwar neu, aber nicht weiter wunderbar, denn in dem Labyrinth der Wirbelthiere findet sich ja dasselbe. Die Brachyuren stehen auch nicht einmal allein damit, denn im Hörsack des Hummers fand ich eine Reihe Haare, welche im Uebrigen den anderen gleichend mit den Steinen n i e in Berührung trat. Sollten wohl diese Haare keinen Schall empfinden? Es kann, denke ich, nicht zweifelhaft sein, dass bei gehöriger Intensität des Schalles auch sie erregt werden. Diese Haare nun, die in einem h a l b geschlossenen Raume

stehen, würden natürlich auch den Schall percipiren können, wenn sie auf der Körperoberfläche sässen! Gegen die Möglichkeit würde man nun freilich einwenden, die Haare seien zu zarte Gebilde, um den Druck des Wassers bei starken Bewegungen ertragen zu können. Denn wenn auch zu bedenken ist, dass um wie viel das Haar vergrössert ist, um so viel (im quadratischen Verhältniss) das Atom Wasser an Gewicht abnimmt, so bleibt doch der Druck, welcher bei den Sprüngen der Thiere das Haar trifft, ein sehr beträchtlicher. Trotzdem finden sich an bestimmten Stellen der freien Fläche Haare, die in Allem den mit Kugel versehenen Otolithenhaaren so völlig gleichen, dass man ohne grösste Inconsequenz nicht anders kann, als ihnen eine mit jenen identische Function vindiciren. Es kommt dazu, dass z. B. Pandalus und Thysanopus durchaus keinen Hörsack besitzen, wohl aber diese Hörhaare der freien Fläche. Die werden sie gewiss vor einer völligen, hier ganz unvermittelt auftretenden, Taubheit schützen. Aehnliche Bildungen vermitteln die Hörempfindung der Larven und werden sich auch wohl bei den niederen Krebsen finden lassen.

Die Hörhaare der freien Fläche

habe ich vornehmlich bei unseren Cariden gefunden und studirt.

Crangon hat so wenig Otolithenhaare (14), dass es nicht wundern kann, wenn wir bei ihm noch weitere Hörapparate finden; wenn wir aber um eine Uebersicht zu gewinnen, bei ihm oder einem der anderen Cariden alle an Hörhaare gehenden Nerven zusammenzählen, so kommt doch eine recht bedeutende Menge heraus; addire ich z. B. die Hörhaare eines jungen Palaemon, so zähle ich auf jeder Seite nahe an 200 Haare, welche beinahe der gleichen Anzahl von Nervenfasern (ganz einzeln sah ich eine Theilung) entsprechen, davon kommen auf den Hörsack 35. Diese Anzahl ist in der That beträchtlich, denn die Riechhaare bekommen, wenn ich recht sehe, nur etwa 30 Nerven, ein Verhältniss, welches sich übrigens beim erwachsenen Thiere zu Gunsten der Riechhaare ändert. Immer aber überwiegen die Hörhaare, und das ist natürlich, denn bei den Bewohnern des gut schallleitenden Wassers dürfte der Hörapparat eine grössere Rolle spielen und entwickelter sein, wie bei den Luftthieren. Der umgekehrte Schluss würde wenigstens zu dem Absurdum führen, dass, wo fast nicht mehr der Schall geleitet wird, die Gehörorgane am entwickeltsten sein müssten; hier sprechen die Erfahrungen über das Fehlen des Auges bei Höhlenbewohnern klar genug. Dass diesen Thieren kein Apparat, wie unsere Schnecke gegeben ist, beruht natürlich auf der geringen Hirnentwicklung, kommt also nicht in Frage.

Während die Hörhaare von Carcinus in ihrer Form von unserem Grundtypus etwas abwichen, stossen wir hier wieder auf die zuerst beschriebenen Bildungen. Bei Crangon gleichen die Haare genau denen des Otolithensackes und bedürfen deshalb keiner ueuen Beschreibung oder

Darstellung. Bei Palaemon (Fig. 30 *A*. 31. 32. 33 ϑ) gleichen sie zwar nicht ganz denen seines Hörsackes, wohl aber denen vom Hummer, Krebs, Crangon. Kleine Unterschiede finden sich jedoch. Der Rand des weiten Porencanals erhebt sich ziemlich weit über die Fläche und bildet so eine Art Ring, Fig 30 *A. b.* Auf der Fiederseite erhebt sich der Ring stärker und verdickt sich an der Spitze, was namentlich bei Seitenansichten deutlich wird. Diese Verdickung (Fig. 30 ʒ) entspricht dem Zahn des Hummerhaares, ist aber nicht so auffallend, weil weniger massig. Von Ring und Zahn entspringt die dünne Kugelmembran, an der die Streifung nachzuweisen einige Male glückte. Ob die Spitze des Zahns direct sich mit dem Haarschaft verbindet, oder auch hier das Haar von der Kugelmembran getragen wird, bleibt eine offene Frage. Ich habe einige Male völlig deutlich ein Verhalten gesehen, wie es Fig. 30 *D* von Mysis zeigt, andere Male schien ein directer Uebergang von Zahn in Haarschaft vorhanden zu sein, und für letzteres Verhalten spricht die bedeutende Elasticität dieser Haare.

Der Schaft selbst ist zweizeilig gefiedert, er beginnt dem Zahn gegenüber mit einem stark lichtbrechenden länglichen Knauf g, den wir bereits als Gegenzahn kennen gelernt haben. Auf der andern Seite haben wir wiederum jenen sonderbaren convexen Anfangstheil des Haares (Fig. 30 *A* l), welcher die Lingula bezeichnet. Wenn man diese von der Seite betrachtet, ergiebt sich, dass sie nicht steil nach der Spitze des Haares zu verläuft, sondern stark gewölbt den Anfangstheil des Haarschaftes etwas aufbläht. Darauf scheint sie in der Haarwand sich zu verlieren, andere Male, namentlich bei den längsten Haaren, lässt sie sich deutlich bis zur Mitte des Schaftes hin erkennen. Das ganze Haar ist glashell, so dass vom Inhalt nichts Besonderes erkannt wurde. Nicht ohne Interesse ist folgende Beobachtung. Ein feiner Querschnitt der Antennenhaut war so zerbrochen, dass der Riss mitten durch den Porencanal eines Hörhaares ging, die beiden Stücke wurden nur noch durch das darüberstehende Haar zusammengehalten. Durch Zerren an den beiden Theilen gelang es, das Haar bis zur Spitze hin auseinander zu reissen, wobei sich die Lingulaseite von der Fiederseite trennte. Nach dem Zerreissen richtete sich die letztere Seite, an der ja auch noch der Zahn verblieb, wieder steil auf, die Lingulaseite hatte dagegen allen Halt verloren.

Die Haare von unserer Hippolyte (Fig. 3 ϑ) zeigen eine deutliche Haarkugel, sind jedoch zu klein, um Detail erkennen zu lassen.

Die freien Haare von Mysis (Fig. 30 *B. C. D*) gleichen ganz denjenigen von Palaemon. In *D* f sieht man die sehr dünne Membran zwischen Zahn und Gegenzahn, die sich aber nicht an der Spitze des Zahns, sondern näher der Basis ansetzt. Die Lingula *B* l von der Fläche gesehen zeigt ihren Rand aus früher erörterten Gründen nicht immer geschlossen. Die Haare sind gefiedert, manche aber nur nahe der Spitze, wobei dann die Fieder ziemlich spärlich, aber etwa von der Länge des Haares selbst sind.

Die Stelle, welche die Haare bei den Cariden einnehmen, ist vorzüglich die obere Fläche des wenig beweglichen und bewegten Basaltheils der inneren Antenne, aber auch am zweiten Gliede der äusseren Antenne finden sich Haare, bei Palaemon z. B. (Fig. 33) an der Unterseite an einer Schuppe ein Halbkreis von Hörhaaren.

Der Nerv derselben lässt sich beiläufig gesagt zu dem der inneren Antenne hin verfolgen. Das Blatt der Seitenantenne trägt wunderbarer Weise nie auch nur ein einziges Hörhaar. Interessant ist, dass an den genannten Stellen sich auch bei Mysis diese Apparate finden, so dass also auch hier die Hörfunction direct mit dem Hirn in Beziehung tritt. Anderntheils muss uns freilich gerade das auf den Gedanken bringen, ob nicht etwa bei Palaemon und Crangon der Schwanz auch Hörhaare trage?

Die Antwort sah ich schon voraus und ging daher mit einem gewissen Unbehagen an die Untersuchung, denn ich fühlte, wie wenig diese Sache dem Leser gefallen wird. Jedoch in Wahrheit wird erst mit dieser Beobachtung in natürlicher Weise die Uebereinstimmung im Bauplan unserer Krebse hergestellt. Am übrigen Körper finde ich nirgends Hörhaare, jedoch da sie offenbar auch als Reflexapparate dienen, würde ein solcher Befund nicht allzu auffallend sein. Eine Gebia, die ich darauf ansah, hatte auch auf dem Schwanze freie Hörhaare.

In der speciellen Anordnung treten stets Wiederholungen ein, so dass es genügt, ein Thier genauer zu beschreiben. Wir wählen Palaemon antennarius, als die Krappe, welche am reichlichsten mit Hörhaaren versehen ist. Fig. 31. 32. 33.

Die Figuren sind nach ganz jungen Thieren entworfen, weshalb die Anzahl der (in den beiden ersten Figuren nicht überall richtig vom Zeichner erfassten, ohnehin auch ungünstig von oben gesehenen) Hörhaare absolut etwas geringer ist.

Die Stellung dieser Haare erkennt man jedenfalls am besten an der Figur; zwischen den Hörhaaren treten häufig, namentlich reichlich bei den älteren Thieren, Fiederhaare auf. Wir haben folgende Gruppen zu unterscheiden, deren Haare sich nach ungefährer Zählung wie folgt verhalten:

Fig. 31.	Palaemon antennarius			P. squilla
Länge des Thieres	$^1/_{10}$″	$^1/_4$″	ausgewachsen	ausgewachsen
ϑ innere Basalgruppe	8	9	14	5
ϑ' äussere ,, ...	6	7?	7?	0
ϑ'' convergirende Reihen des Seitendorns	28	30	32	19
ϑ''' mittlere Basalgruppe	4	3	4	0
ϑ'''' erste Querreihe	25	31	32	30

Fig. 32.	Palaemon antennalis			P. squilla
Länge des Thieres	$1/10''$	$1/4''$	ausgewachsen	ausgewachsen
ϑ''''' zweite Querreihe (hat oft abgebrochene Haare) . . .	20	15	8	17
ϑ'''''' Endwulst	5	5	5	4
Untere Antennenfläche				
Nur eine Gruppe an einem dort stehenden Höcker . . .	3	4	3	?
Fig. 33.				
Aeussere Antenne	13	14	18	?
Summa	112	117	123	75
Am Schwanze tragen die beiden Seitenanhänge Hörhaare.				
1) der mediale Anhang				
an der Kante		14	23	
untere Fläche		10	11	
obere Fläche		50	39	
Summa		74	73	
2) der laterale Anhang				
an der Kante		6	11	
untere Fläche		16	14	
obere Fläche		34	38	
Summa		56	63	

Es sind demnach am $1/4''$ langen Thier 247, bei dem ausgewachsenen 359 freie Hörhaare jederseits vorhanden, dazu kommen noch die Otolithenhaare mit ca. 40 jederseits, was etwa 600 Hörhaare auf das ganze Thier geben wird. Zum Vergleich mag hier angeführt sein, dass das junge Thier 106, das alte 158 Riechhaare beiderseits besass.

Ein genaueres Zählen mit Quadraten an Häutungspräparaten und an zahlreicheren Individuen würde, glaube ich, eine grössere Uebereinstimmung der Zahlen für die einzelnen Localitäten geben, übrigens kam selbst diese Gleichheit unerwartet, da ich nach dem Ansehen sowohl als nach der Lebensweise der alten Thiere eine Abnahme der Hörhaare bei letzteren erwartete.

Von P. squilla steht zu berichten, dass die freien Hörhaare weniger zahlreich sind und häufiger durch gewöhnliche Haare vertreten werden, die Lagerungsverhältnisse bleiben völlig dieselben, aber die Haare an der äusseren und mittleren Basalgruppe sind keine Hörhaare mehr. Die Zahl der Otolithenhaare ist ca. 44, die der Antenne 75, des Vorderkörpers im Ganzen also ca. 238. Am Schwanze und äusserer Antenne zählte ich sie nicht. Riechhaare waren 162 vorhanden.

Die Haare von Crangon sind nur in so weit anders geordnet, als seine innere Antenne anders gebaut ist. Er hat bekanntlich statt des Seitendorns ein völlig isolirt stehendes Seitenblatt, auf letzteres rücken die

Reihen des Dorns und die Basalgruppen rücken weiter nach vorn, doch verschwindet die mittlere.

An einer jungen Crangon verhielten sie sich wie folgt:

Innere Antenne		
	äussere Basalgruppe	7
	innere Basalgruppe	3
das Seitenblatt		
	innerer Rand	2
	äusserer Rand	7
	erste Querreihe	12
	zweite Querreihe	3
	Endwulst	3
äussere Antenne		
	Bogenreihe	7
	Fläche	1
	Summa	45

Schwanz			
	lateraler Anhang		
		Kante	5
		untere Fläche	4
		obere Fläche	22
	medialer Anhang		
		Kante	4
		untere Fläche	15
		obere Fläche	21
		Summa	71

Es trägt demnach jede Seite 116 Haare, Otolithenhaare 7, folglich das ganze Thier 246. Riechhaare fand ich im Ganzen nur 32, doch nehmen dieselben mit dem Alter an Zahl zu.

Die Anordnung der Haare bei Mysis zeigt bereits einen wesentlich anderen Typus, sie stehen mehr einseitig auf der lateralen Fläche der inneren Antenne, und wenngleich die Reihen wiederzufinden sind, so verdienen sie doch nur noch uneigentlich diesen Namen. Von den Basalgruppen hat sich nur die äussere erhalten mit 3 Haaren, die erste Reihe hat 4, die zweite 3, eine dritte 1 Hörhaar, der Endwulst wiederum deren 4 neben kurzen an Riechhaare sich anlehnenden Gebilden. Die äussere Antenne zeigt nicht jene Kreislinie von Palaemon, sondern trägt am Ende des zweiten und dritten Gliedes und auf ihrer unteren Fläche im Ganzen 11 Haare; so dass am Vordertheil des Thieres 26 Hörhaare jederseits nachzuweisen sind.

Am Schwanze finden sich nur an dem medialen, den Otolithen bergenden Anhang Hörhaare, und zwar an der Kante etwa 14, auf der unteren Fläche keine, auf der oberen Fläche bilden sie Anhäufungen, ein

Polster nahe der Schwanzwurzel mit 35 Haaren und ein laterales mit deren 6, so dass der Schwanz mit den 57 Haaren für den Otolithen jederseits 112 Haare trüge. Also auch in dieser Hinsicht wäre das Abdomen bevorzugt. Im Ganzen trägt Mysis 276 Haare.

Die Hörnerven.

Wir kommen jetzt zu dem wesentlichsten Theil des Gehörapparates, zu den Nerven (Fig. 34—39). Deren Verhalten lässt sich namentlich bei den Cariden unzweifelhaft und klar übersehen. Die Bildung der Nerven selbst ist bereits von *Häckel*[1]) in so ausgezeichneter Weise beschrieben, dass es eines ganz speciellen Studiums, das nicht im Plane lag, bedürfen würde, um hierin wesentlich zu fördern. Die kernhaltigen Nervenfasern scheinen frisch aus einer dicken Grenzschicht und einer mittleren Substanz zu bestehen (Fig. 36). Einige Stunden nach dem Tode, wenn dem verdunstenden Medium (Čr 0,002 %) neue Flüssigkeit zugesetzt wird, werden die Fasern in exquisiter Weise varicös (Fig. 35 u. 36 *A*), ein Befund, der also *Ehrenberg*'s[2]) Angabe über diesen Punkt völlig bestätigt. Setzt man destillirtes Wasser in grösserer Menge zu, so stellt sich diese Varicosität nicht ein, sondern es tritt der Inhalt der Nervenfasern in rasch zerfliessenden Tropfen heraus.

Man kann die betreffenden Nerven leicht zum Nervenstamm, in der Regel bis zum Ganglion verfolgen.

Nach der Peripherie zu findet man nach längerem oder kürzerem Verlauf eine stärkere Anschwellung des Nerven; in der Mitte derselben liegt ein rundlicher Kern, umgeben von etwas oft strahlenförmig angeordnetem Cytoplasma. Diese Anschwellung (Fig. 34. 36. *b*) ist zuweilen sehr wenig ausgesprochen, man könnte fast glauben einen der gewöhnlichen wandständigen Kerne von oben zu sehen, jedoch ist der Regel nach eine solche Verwechslung nicht möglich.

Nachdem der Nerv diese Anschwellung, die wir schon als Ganglienzelle bezeichnen dürfen, gebildet hat, spitzt er sich sehr rasch zu und läuft dann in einen feinen rundlichen Faden aus. Dieser eigenthümliche Faden, den wir als Chorda (*c*) bezeichnen, läuft eine kürzere oder längere Strecke weit bis zu einem Hörhaare hin fort und geht durch die Mitte des Porencanals und der Haarkugel bis zur Lingula hin, an die er sich fest setzt.

Dieses Verhalten lässt sich, wie erwähnt, ohne Mühe am lebenden Thiere demonstriren, doch bleibt noch Einzelnes unaufgeklärt. Ueber das Verhalten des Kerns der Ganglienzelle konnte nichts Näheres erkannt werden. Die Chorda liegt (Fig. 36 *B*) in einem wasserklaren, homogenen

1) Archiv für Anatomie, Physiologie 1857.

2) Beobachtungen einer bisher unerkannten Structur des Seelenorganes, Abhandlungen der Berliner Akademie 1836.

Bande, welches bereits das zugespitzte Ende der Ganglienzelle zu umgeben scheint und sich anderntheils noch mit in den Porencanal hinein begiebt (Fig. 39 *B*). Die Dignität des Bandes ist mir nicht deutlich geworden, es zeigt zuweilen schwache Varicositäten, doch das ist wohl nur auf grossen Wassergehalt desselben zu beziehen; bei der Betrachtung der Häutung werden wir etwas mehr darüber erfahren. Die Chorda selbst beginnt sehr blass, so dass es in den meisten Fällen zweifelhaft bleibt, ob der Nerv ganz in sie übergeht oder ob sie nur ein centraler Theil desselben, etwa eine Fortsetzung des Kernes ist. Nach einigen Präparaten von Crangon und namentlich von Carcinus maenas ward es mir jedoch wahrscheinlich, dass der Nerv in toto sich in die Chorda fortpflanze. Kurze Strecke nach ihrem Ursprunge findet man häufig, namentlich einige Zeit nach dem Tode an ihr (Fig. 34 c') einige Stellen, welche Flüssigkeitsansammlungen zu sein scheinen. Da sie auch an den längsten Chorden doch sehr dicht an der Ganglienzelle zu liegen pflegen, stehen sie wohl mit dem Uebergang dieser in jene in ursächlichem Zusammenhang. Die Untersuchung in polarisirtem Lichte, zu der mir die Mittel fehlten, war Prof. *W. Müller* so freundlich mit mir auszuführen, nur die Rindenschicht des Nerven und der Ganglienzelle bis zur Chorda hin brachte einen Gangunterschied hervor, die innere Substanz, Kern, Chorda, Band, verhielten sich indifferent.

Die Chorda geht nun an die Mitte der Lingula heran, mit der sie so fest verwächst, dass man sie häufig genug dem Haare als langer Faden folgen sieht, wenn dies abriss (Fig. 38). Wenn man die Lingula genau von der Seite hat, sieht man wohl an grösseren Haaren, dass die Chorda sich mit einem kleinen Knötchen ansetzt (Fig. 37 c); besonders stark markirt ist auch die Stelle des Nervenansatzes bei den Otolithenhaaren von Palaemon (Fig. 22 *C. a*). Weiteres darüber zu finden glückte nicht, der Länge nach gespaltene frische freie Haare von Palaemon liessen an der Lingula nichts weiter erkennen, ebenso ging es mit Cr-haaren vom Krebs, die man ganz wohl (mit dem Querschnitter) der Länge nach durchschneiden und dann die Lingula von unten her untersuchen kann. Diese Operation in Krebsblut mit frischen Haaren vorzunehmen, fehlte mir die Gelegenheit, doch wäre das vielleicht lohnend. Es ward früher bereits erwähnt, dass die Lingula sich als etwas concave Platte an den Haaren lang herauf erstreckt und dann ziemlich scharf endet, dass aber kurz vor ihrem Ende beim Hummer ein kleines Knötchen auf ihr sich findet (Fig. 18 *D. a*). Dieses erinnerte mich lebhaft an den Knoten, der sich bei demselben Thier am Ansatz der Chorda bildet und brachte mich zu dem Schluss, dass die Chorda der Lingula dicht anliegend in Wirklichkeit sich bis zu jenem zweiten Knötchen hinauf erstrecke. Ein solches Verhalten schien die Erregung durch Schallwellen sehr einfach zu erklären, nämlich so, dass der eine Strecke weit auf der schwingenden Lingula aufliegende Nerv durch die Schwingungen selbst direct tetanisirt würde, aber ich konnte

bei anderen Haaren nichts Aehnliches erkennen und glaube daher bei der Annahme stehen bleiben zu müssen, dass die Chorda gleich beim Ansatze an die Lingula ende, diese Annahme wird übrigens durch die Erfahrungen über die Häutung sicher gestellt. Man darf auf jeden Fall nicht vermuthen, dass die Chorda sich noch in weitere (dann wirklich unsichtbare) Fädchen auflöse und so an die Fiederhärchen herantrete, da entschiedene Hörhaare ganz ohne Fieder sind, damit ist denn auch ausgeschlossen, dass der Nerv selbst etwa bei Mysis in den Stein hineingetragen werde. Weiteres bei der Häutung.

Es ist noch auf einige besondere Verhältnisse einzugehen. Beim Hummer (Fig. 1 c) und Krebs (Fig. 38) sieht man durch die Wandung des Sackes hindurch recht deutlich die Chorden in parallelen Reihen, in ihren hellen Umhüllungsbändern verlaufen, zwischen denen sich Kernreihen befinden. Beim Krebs, wo sich die Chorden (im Herbst) ausserordentlich leicht herausziehen lassen, beobachtete ich, dass das abgerissene Ende eine merkliche dreieckige Anschwellung zeigte. Den Nervenstamm selbst kann man wohl zum Sacke hin verfolgen, aber er sitzt sehr locker, ist etwas undurchsichtig und unbequem zu untersuchen. Das genauere Verhalten kann ich nicht angeben, ich vermuthe, dass ich die Ganglienzellen nur übersehen habe, weil ich nicht wusste, wie schattenhaft blass diese Gebilde sein können; ich zweifle nicht, dass eine aufmerksame Forschung sie darstellen wird.

Bei Palaemon wurde dem Verhalten der Nerven genau nachgespürt. An sehr jungen Thieren, die auf der Seite liegen, kann man den Antennennerven vom oberen Schlundganglion ausgehen sehen, die Stelle, von wo er entspringt, kann ich jedoch nicht genau angeben. Es lassen sich nun vier Nerven in der inneren Antenne unterscheiden. 1) Der laterale ist sehr kurz und giebt mehrere Aeste ab. Der äusserste von diesen nimmt die Richtung nach der äusseren Antenne und versorgt auch wohl die äussere Basalgruppe, man kann ihn aber nur ganz kurz verfolgen. Vielleicht versorgt er auch die Hörhaare der äusseren Antenne, denn diese bekommen ihren Nerven dem Anscheine nach von der medialen Kante des äusseren Antennennerven, es könnte aber auch das Bild dadurch erzeugt werden, dass der vorhererwähnte Nerv der inneren quer über den der äusseren Antenne weg an die Hörhaare träte (Fig. 33 *e*). Dieser Ast bildet übrigens bei *f* sein Ganglion und strahlt dann mit seinen Chorden zu den Haaren hin.

Ein zweiter Ast des lateralen Nerven tritt in die innere Antenne ein, schlägt sich aber (Fig. 31 *n*) zum Seitendorn hin, bildet dann in sich eine Anzahl Ganglien und versorgt die Haare auf dem Dorn. Von seiner Convexität ab geht nach vorn zu in die Tiefe der Nerv zu den Otolithenhaaren, tritt in ihren Kreis und vertheilt sich nach Ganglienbildung an die Haare. Die Chorden sind sehr fein, so dass man nur an sehr günstigen Präparaten oder an frei schwimmenden Haaren erkennen kann, dass

sie an den glänzenden Knoten der Lingula herantreten, es ward aber das Verhalten mit Sicherheit von mir constatirt.

Der mediale Ast des lateralen Stammes ist so kurz, dass er nur eben in den Raum der Antenne gelangt und hier dann eine Menge von Zellen in sich bildet. Von diesen aus gehen eine grosse Anzahl Chorden, die (auch bei Crangon) von grosser Länge sind, denn sie verlaufen (c′) ganz hin zu der ersten Querreihe von Hörhaaren. Medial von diesem Chordenbündel liegt ein zweiter sehr feingestreifter[1]) Nervenstamm, der mir, ich zeichnete die Figur nicht selbst, lange Zeit entging, ich verfolge ihn bis zum Ende der Riechganglien (Fig. 32 *o′*) und deute ihn als Riechnerven. Von diesem medial liegt ein grosser dritter Stamm (Fig. 31 *m*) mit recht breiten Nervenfasern, welcher grösstentheils sich an die Hörhaare vertheilt. Zunächst gehen aus diesem Nerven die Chorden an die Haare der mittleren Basalgruppe, so dass hier also eine Kreuzung derselben mit denen für die erste Querreihe eintritt, dann giebt er mehrere Zweige an die Haare der zweiten Reihe (Fig. 32 *m′* und *m″*). An diesen kann man studiren, wie constant die Lage selbst einzelner Nervenfasern bleibt, da die Nerven (*m″*) in ganz charakteristischen Schlingen aus der Tiefe heraus um einen Muskel herum zu den Haaren gelangen, und dies Verhalten immer wieder gefunden wird. Nun geht der Nerv weiter und endet mit Ganglienzellen für die Haare des Endwulstes.

Ganz medial liegt in der inneren Antenne noch ein vierter Nervenstamm (*l*), von nicht unerheblicher Dicke und feiner Faserung. Er geht bald in die Tiefe und theilt sich hier in zwei Aeste für die beiden Geisseln der Antenne. Dieser Nerv versorgt keine Hörhaare.

Von Mysis sei erwähnt, dass, wie schon *Krøyer* angiebt, sich die Nerven des mittleren Schwanzanhanges vom Schwanzganglion her verfolgen lassen, und unter dem Haarbuckel des Otolithensackes hingehen. An dieser Stelle bilden sich sehr viele Endganglien, von denen aus theils die Chorden an die Lingula der Otolithenhaare sich verfolgen lassen, theils auch schon an die freien Hörhaare abgehen.

Wenn man bei Carcinus maenas so den Buckel des Hörsackes ausschneidet, dass alle Weichtheile daran sitzen bleiben, sieht man die Nerven der Wandung des Sackes anliegen und sogar, irre ich nicht, einen weitmaschigen Plexus bilden. Die Auflösung des Plexus in einzelnen Nervenfasern ward nicht erkannt, jedoch sieht man, wenn die Nerven leise entfernt sind, die äusserst feinen Chorden nach den Haaren hinziehen und an den convexen Rand des Haarschaftes herangehen. Verfolgt man sie nach rückwärts, so führen sie auf eine sehr blasse ovale Zelle. Solcher Zellen liegen viele in einer langen Reihe neben einander dicht unter dem Chitinepithel; sie sind oval, die Längsaxen der Chorden parallel, drei Ganglienzellen hatten Länge 0,02. 0,0225. 0,03 mm., Breite 0,01. 0,017. 0,016 mm., zeigten also relativ grosse Form- und Grössen-Verschiedenheiten. Ihnen

1) Nicht mitgezeichnet.

hängen dann noch ziemlich lange Nervenfasern an. Der Uebergang in die Chorden macht sich sehr allmählich, denn die Zelle verlängert sich in einen etwa 0,045 mm. langen Fortsatz, der eigentlich wieder ganz das Ansehen einer gewöhnlichen Nervenfaser annimmt, und dieser geht dann allmählich zugespitzt in die Chorda über. Diese selbst hatte eine Länge von 0,225 mm.

Von besonderem Interesse ist es, dass hier ein Fall eintritt, wo die Ganglienzellen mit den Chorden verbunden bleiben und von den Nerven abreissen.

Vergleichung mit anderen Haaren der Krebse.

Man würde sich kaum wundern können, wenn man die beschriebenen Theile der Hörhaare, nur anders entwickelt, an den übrigen Haaren wieder vorfände, jedoch es finden sich Uebergänge und Aehnlichkeiten so weit es Theile betrifft, die wir eben als eigenthümlich beschrieben haben, nur in beschränktem Maasse. Gebilde nämlich wie Zahn und Gegenzahn verschwinden gleich, am längsten lässt sich noch die Kugelmembran nachweisen, und insofern die Lingulabildung auf der excentrischen Lage des Haarcanales beruht, dürfte sich Aehnliches auch an anderen Fiederhaaren nachweisen lassen. Die Kugelmembran verändert sich in der Weise, dass sie sich bis zur Mächtigkeit der umliegenden Haut verdickt, aber mit dem Haarschaft einer-, der Schalenhaut andererseits sich nur durch eine zugeschärfte Kante verbindet, wodurch dann immerhin noch eine gewisse Beweglichkeit dem Haare gewahrt bleibt. Zuweilen ist die Kugelmembran noch an einem Theile der Peripherie ganz zart, so dass es aussieht, als wenn hier zwischen Haarschaft und Schalenhaut ein Loch wäre, so bei den merkwürdigen Lockhaaren der äusseren Antenne von Hippa. Bei sehr vielen Haaren, namentlich der Extremitäten, kann man keine Zwischenmembran mehr unterscheiden.

Der Haarformen, die in Betracht kommen, wenn man untersuchen will, ob die Hörhaare wirklich so besonders gebaut seien, sind bei Palaemon, Mysis und Crangon wesentlich drei.

Man findet mitten in den Querreihen der inneren Antenne Fiederhaare (Fig. 30 *h'*), welche die Hörhaare zu vertreten scheinen. Sie unterscheiden sich von denselben schon bei oberflächlichem Ansehen durch ihren schlanken ohne besondere Erweiterung entspringenden Schaft und ihre gesättigt gelbe Farbe an der Basis. Sie scheinen mir identisch mit den gewöhnlichen Fiederhaaren der platten Anhänge (Fig. 30. 31 *h* und Fig. 43). Da nun diese am bequemsten zu studiren sind, wurden die Beobachtungen an ihnen gemacht. Gehen sie von den Anhängen in perpendiculärer Richtung ab, so findet man an ihnen keine Andeutung einer Kugelmembran, gehen sie jedoch in einer anderen Richtung ab, so wird allerdings eine solche Zwischenmembran deutlich (Fig. 40 *A* von Mysis). Man kann hier, wenn man will, bei *b* den Zahn wiederfinden, der vom Haar durch

eine ganz schmale Zwischenmasse getrennt ist, bei *c* die vorragende Lingula, die mit der Schalenhaut *a* durch eine dünne, der Lingula dicht anliegende Membran verbunden ist; diese Aehnlichkeit wieder aufzufinden, bedarf es jedoch einer gewissen Phantasie.

Der Haarschaft selbst ist jederseits mit einer Reihe von Fiedern versehen, bei Palaemon scheint er sehr bald sich zu verschliessen, bei Mysis ist dagegen das Haar bis weit in die Spitze hohl und birgt hier (Fig. 40 *B*) Zellen, zwischen welche sogar die Pigmentzellen ihre Körnchen hineinergiessen können (*c*).

Was den Zusammenhang mit den Nerven betrifft, so ist so viel unumstösslich gewiss, dass ein ähnliches Verhalten wie bei den Hörhaaren nicht stattfindet, auch halte ich es für nicht wahrscheinlich, dass Nerven in die Haare hineingehen. Das günstigste Präparat sich darüber zu vergewissern, bieten ohne Zweifel die Blätter der äusseren Antenne, es stehen nämlich auf ihnen, die durch Dünnheit und Abplattung die genaueste Beobachtung gestatten, von Haaren einzig nur die in Rede stehende Sorte. Man sieht nun die Nerven in das Blatt eintreten, über den darin liegenden Muskel hinlaufen, ihn mit seinen Zweigen versorgen und dann nach den Haaren zu ausstrahlen. Dabei werden aber die einzelnen sich wenig oder gar nicht theilenden Fasern so blass und fein, dass man sie schliesslich nicht mehr verfolgen kann. So viel jedoch kann ich sagen, dass sie nicht in die später zu besprechende Haarmatrix hineingehen, sondern zwischen die Haartuben hinein noch eine Strecke weit zu verfolgen sind. Es ist hier gewiss noch Weiteres zu machen.

Eine zweite Art von Haaren sind in Fig. 41 *A* von Palaemon abgebildet. Man würde sie zu einer Vergleichung kaum heranziehen wollen, wenn nicht auch sie in ähnlichem stellvertretendem Verhältniss zu den Hörhaaren ständen, wie die eben besprochene Form.

Sie stehen nämlich auf dem Schwanze mitten zwischen Hörhaaren und die kleinsten von diesen ähneln ihnen in Manchem, namentlich in der Grösse so sehr, dass ich sie als durch Mangel des Nerven atrophisch gewordene Hörhaare bezeichnen möchte, wenn ich einer alten bequemen, aber nicht streng richtigen Auffassungsweise nachgeben will. Man unterscheidet an ihnen einen cylindrischen, gelblich gefärbten, Basaltheil *b*, an dessen unterem Ende man den ringförmigen Anfang des Porencanales erkennt, an dessen oberem dagegen sich ein leicht S förmig gebogener, gleich dicker, ungefiederter Haarschaft findet. Der cylindrische Basaltheil ist nun nichts weiter, als der Porencanal in der dicken Antennenhaut, auf dem das Haar ohne Zwischenmembran aufsitzt. An diesen Haaren fand sich nicht die geringste Spur eines Nerven.

Auf den ersten Blick scheinen nun diejenigen Haare, welche sich an den Geisseln der beiden Antennen finden (Fig. 41 *B*. *C*) identisch mit den vorigen, doch ist das Täuschung. Diese Haare, die höchst wahrscheinlich die Tastempfindung vermitteln, sitzen nämlich auf einem plat-

ten, einigermaassen gesonderten Stück der Antennenwand auf, welches in das Innere der Antenne hineingedrückt erscheint (*C*). An dieses Stück oder an das Haar sieht man bisweilen eine Faser von dem darunter fortlaufenden Nerven herangehen, jedoch es gelang nicht in befriedigender Weise das ganze Verhalten zu erkennen. Die Verschiedenheit von den Hörhaaren wird durch die Figur deutlich sein.

Die dritte Art von Haaren findet sich zur Seite des Endwulstes und auf der zweiten Querreihe der inneren Antenne von Mysis (Fig. 42. *A*). Diese Haare fallen sogleich auf, weil sie ungefiedert sind, dabei aber dickwandig und dunkel contourirt erscheinen. Sie sitzen wie die Hörhaare einer etwas niedrigen Kugelmembran auf, sind aber an einer Seite ziemlich fest mit der Schalenhaut verbunden; der Schaft selbst zeigt wenigstens insofern die Andeutung einer Lingula, als in der Mitte des Haares auf der mit der Kugel versehenen Seite bei *c* sich eine Knickung zeigt, die man auf das Aufhören der Lingula beziehen könnte. Die Forschung nach Nerven ist wegen obwaltender ungünstiger Umstände unbequem, ich glaube, dass Chorden an diese Haare herangehen, aber ich habe dieselben nie mit Sicherheit zu wirklichen Nervenfasern hin verfolgen können. Das ist aber erforderlich, weil sonst die Neubildung der Haare leicht Täuschungen veranlasst. Nach Analogie mit einigen Haaren der Brachyuren könnten übrigens die beschriebenen Gebilde sehr leicht Hörhaare sein.

Weniger gilt dies von den Haaren, die auf dem Schwanze von Palaemon nahe dem hinteren Rande sitzen und auf den ersten Blick mit den vorigen gleich gebaut zu sein scheinen.

Sie lassen aber, näher untersucht (Fig. 42 *B*), keine Kugelmembran mehr erkennen und sind ausserordentlich dickwandig, fast solide. Am wichtigsten ist, dass an diesem Orte der zur Erforschung der Nerven nicht besser gewünscht werden kann, auf weite Strecken hin durchaus kein Nerv zu finden ist, der mit diesen Haaren in Zusammenhang treten könnte, Chorden besitzen sie sicher nicht. Eine Zusammenstellung dieser Haare mit Hörhaaren ist daher nicht statthaft.

Haarwechsel.

Unsere Kenntniss der Hörhaare kann nun noch bedeutend durch das Studium der Häutung vermehrt werden, wie bereits angedeutet.

Die einschlägigen Verhältnisse sind meines Wissens noch gar nicht recht gewürdigt, und nur von *Spence Bate*[1]) und *Leydig*[2]) richtig beschrieben worden. Es ist jedoch selbst *Leydig*'s Figur so weit entfernt von dem, was die Cariden zeigen, dass entweder die Daphnien sich hierin anders verhalten müssen oder dass die Bildungen (was mir wahrscheinlicher ist) allzu fein bei diesen Thieren waren.

1) Loc. cit. pag. 590. »These (die neuen Haare) are not extended but retracted with telescopic joints, within the membres of wich they form appendages.«

2) Daphniden pag. 157 und Taf. I. Fig. 11.

Der Sachverhalt ist nun der, dass alle Haare einmal nicht, wie man wohl bisher meistens glaubte, innerhalb der alten Haare gleichsam als Abdruck gebildet werden, sondern unter der Schalenhaut neu entstehen, und zweitens, dass die Haare nicht wie die Flügelschuppen von Hymenopteren durch eine Zelle gebildet werden (*Semper*), sondern dass eine grosse Anzahl von Zellen zu ihrer Bildung beiträgt. Am bequemsten studirt man ihr Verhalten an den gewöhnlichen Fiederhaaren des Schwanzes (Fig. 43). Wenn das Thier nahe der Häutung ist, sieht man rings am Rande den Haaren entsprechend wunderliche Bildungen, braune radiäre Streifen mit hellen Zellenreihen alternirend und von ersteren aus zarte platte Fäden in je ein zugehöriges Haar hineingehen (Fig. 43 *A. g*). Dies alles ist oft so blass und zart, dass man, von dem Gedanken beseelt, es handle sich hier um Nervenendigungen, mit vieler Mühe nur die Wahrheit zu erforschen vermag; an solchen Thieren schliesslich, die sich kurz vorher häuteten, kann man gar nichts mehr von alledem auffinden.

Das erstbesprochene Bild erklärt sich nun so. Die neugebildete Schalenhaut *d* zieht sich von der alten *a* beträchtlich zurück, so dass zwischen beiden ein nur mit Flüssigkeit gefüllter Raum bleibt. Innerhalb der neuen Schalenhaut liegen die neuen Haare eigenthümlich eingescheidet. Vergleichen wir die neugebildete Haut mit einem Handschuh, so liegen die neuen Haare so wie die Handschuhfinger liegen würden, wenn der Körper des Handschuhs so weit (beim Ausziehen etwa) über sie weggestreift würde, dass nur noch ihre Spitzen etwas vorragten. Genau in dieser Lage verharren die Haare bis zur Häutung, die grössten wie die kleinsten, dabei aber ragt die Haarspitze des neuen stets in das alte Haar hinein. Diesen leicht verständlichen Zustand können wir nachahmen, wenn wir über den ersten Handschuh einen zweiten mit gestreckten Fingern herüberziehen.

Wenn die Haare gefiedert sind, ändert sich das Aussehen etwas. Die Haartuben, wie wir die neugebildeten Haare, so lange sie eingescheidet liegen, zu nennen vorschlagen, zeigen dann jederseits eine Doppelreihe heller Punkte, die ihrer Längsaxe parallel verlaufen. Nähere Untersuchung ergiebt nun, dass diese Punkte den Ursprungsstellen der Fiederhaare entsprechen, und dass die Doppelreihe dadurch entsteht, dass die Punkte der entgegengesetzten Wände sich entsprechend lagern. Alle Fieder liegen nun mit ihrer Spitze nach aussen zu und so dicht aneinander, dass man nur wenn durch die Präparation die Ordnung gestört wurde, sie einzeln zu erkennen vermag. Ja man kann sogar an den Haarspitzen, die ganz frei durch den Raum zwischen alter und neuer Schalenhaut durchgehen, für gewöhnlich nichts von Fiedern erkennen, sondern bemerkt nur, dass die mit Körnerreihen versehenen Spitzen aus einem centralen Theil und einer mächtigen Wandschicht bestehen (Fig. 43 *A.* g.). Diese Wandschicht ist aber in Wirklichkeit nichts anderes als die dich

an einander liegenden Fiederhärchen, die bei geringer Verschiebung der Spitze auseinanderfahren, die Körnerreihe aber sind die dicken Ursprungsstellen derselben. Dass wie erwähnt die Fieder selbst an dem einscheidenden Theile des Haares peripher gerichtet sind, also der späteren Richtung an ihrer Haarwand gerade entgegengesetzt liegen, erscheint zuerst auffallend, später erkennt man jedoch, dass gar keine andere Richtung möglich ist und dass gerade bei dieser Einrichtung die Fieder beim Ausstülpen des Haares gar nicht ihre Lage weiter zu ändern brauchen (Fig. 43 *B.*). Um diese Chitinhaare herum liegen nun rings Zellen (Fig. 43 *A. c*, *C. d.*), welche ohne Zweifel ihre Bildung zu beschaffen haben. Diese Zellen lagern sich so, dass sie überall sich dem Haartubus anschmiegen. Sie ragen also einestheils ganz bis in die Spitze des neuen Haars hinein, wie man das bei Mysis namentlich leicht erkennt, anderntheils umkleiden sie ringsum den einscheidenden Theil des Haares. Deshalb können wir an diesen Chitinogenzellen des Haares auch einen äusseren einscheidenden und inneren eingescheideten Zellentubus unterscheiden. Die Beschaffenheit der einzelnen Zellen kann ich leider nicht genau angeben; um überhaupt über sie klar zu werden, würde ein genaues Studium des Gewebes der Schwanzflosse nöthig sein. Nach zweitägiger Behandlung mit C̈r von 0,002% habe ich erkannt, dass gewisse Zellen des Haares nach beiden Seiten hin ausgezogen sind und in eigenthümlicher Weise sich decken (s. die Fig.). Ob in die Fieder Ausläufer von Zellen hineingehen, habe ich nicht erkannt, doch da die groben Fieder von Hippa sehr sicher hohl sind, ist ein solches Verhalten höchst wahrscheinlich.

Unser Zellentubus sitzt nun einer Cutisschicht auf, deren Oberfläche natürlich nach der Lagerung der Zellen sich richtet. Das Verhalten desjenigen Theils, der den einscheidenden Zellentubus umgiebt, habe ich nicht besonders untersucht; in das Innere des Haartubus, oder richtiger in den eingescheideten Zellentubus, geht ein ähnliches helles Band hinein (Fig. 43 *A. h.*), wie das, welches die Chorda rings umhüllt; dieses Band lässt sich auf weite Strecken 3—5mal so weit wie die Haartuben lang sind in das Innere des Schwanzes zurückverfolgen, wo es mit dem Capillarnetz in nähere Beziehung zu treten scheint. Auch über dessen Structur vermag ich nicht viel anzugeben, es scheint ziemlich wasserreich zu sein und lässt sich namentlich an C̈r-Präparaten leicht in sehr lange feine Fasern mit ansitzendem Kern zerlegen; ob und in wiefern es ganz aus solchen Fasern besteht oder solche nur mehr seinem Rand anliegen, blieb unentschieden.

Es fragt sich nun, auf welche Weise stülpt sich der Haartubus beim Haarwechsel aus? Durch eine von innen kommende Triebkraft oder durch Zug von aussen? Die Frage wird durch Folgendes zur Genüge beantwortet. Wenn man ein Thier in einem engen Raum (Glas, Teller) sich häuten lässt, so wird man finden, dass hier und da noch Haare unausgestülpt liegen geblieben sind, lässt man das Thier länger leben, so ziehen sich

doch diese Haartuben nie mehr heraus, ja es werden sogar die Haare für die nächste Häutung, wie ich in einer interessanten, aber zu ungelegener Zeit kommenden, Beobachtung sah, neben und etwas nach rückwärts von den alten Haartuben angelegt, während dann die letzteren ihre Zellen, freilich verändert, behalten. Daraus lässt sich nun sicher schliessen, dass die Ausstülpung während des Häutens geschehen muss soll sie überhaupt eintreten, und dass diese Thiere zu einer anderen Zeit sich der unter der Schale liegenden Haartuben nicht entledigen können. Zieht man nun bei einem Thier im passenden Stadium unter dem Mikroskop mit Nadeln die alte Schalenhaut von der neuen ab, so folgen auch die neuen Haare den alten in einer Weise, dass deutlich daraus hervorgeht, wie das neue Haar sich mit seiner Spitze locker im Inneren des alten Haares angeheftet hat und deshalb bei der Häutung stets aus der Einscheidung herausgezogen wird.

Die Haftstelle ist an manchen Haaren nur durch kleine Unregelmässigkeiten der Fieder an der Spitze sichtbar, in anderen aber durch stärkere Knoten in der Haarwand bezeichnet. Auf diese Anheftungs-Narbe beziehe ich unbedenklich die verschiedenen Knoten, die wir an der Spitze der Haare wahrgenommen haben, ebenso die Knoten an der Spitze der Riechhaare; damit ist durchaus die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass in dem einen oder anderen Fall noch eine besondere physiologische Bedeutung sich an sie knüpft[1].

Wenn man das Haar herauszieht, macht man die sehr wichtige Erfahrung, dass die Bildungszellen nicht an dem Haar haften bleiben, sondern ruhig ihren Platz behalten, sodass also die Form für das Haar ganz unverändert bestehen bleibt, wenn auch ihr Product, das Chitinhaar, herausgezogen wird; daher kann unmittelbar eine Neubildung wieder beginnen. Diese beginnt denn auch wie es scheint bei Mysis wirklich gleich wieder, bei Palaemon und Crangon, namentlich bei jüngeren Individuen, im Spätherbst auch immer gleich wieder, dagegen bei den ausgewachsenen Thieren, namentlich aber bei den hartschaligen Krebsen, an denen sie von mir bei Hyas, von *Spence Bate* bei Carcinus maenas, von *Campbell de Morgan* nach seinen Abbildungen zu schliessen beim Hummer beobachtet ist, nur in grossen Perioden. Bei Palaemon markiren sich im Winter, also selbst nach der für einige Zeit letzten Häutung, die hinteren Grenzen der Haarbildungszellen durch Čr völlig scharf, wenngleich man dieselben frisch nicht so sicher erkennt. Daraus, dass demnach auch zu den Zeiten, wo keine neue Schale gebildet wird, die Einrichtung zur

1) Auch die Abtheilung der Riechhaare in einen unteren dickeren und oberen dünneren Theil, die sehr richtig von *Leydig* hervorgehoben, aber oft nicht besonders vorspringend ist, bezieht sich zunächst auf den Vorgang der Neubildung, indem bei den meisten Haaren der eingescheidete Theil dünnwandig, der einscheidende dickwandiger zu sein pflegt. Kleinere Unterabtheilungen, entsprechend der Lagerung der einzelnen Zellen, sind an manchen Riechhaaren besonders deutlich, lassen sich aber auch an anderen Haaren nachweisen.

Haarneubildung bestehen bleibt, wird es deutlich, dass die neugebildeten Haare der erwachsenen Thiere genau die Länge und Form der früheren wieder annehmen müssen, ein Verhalten, das für die Physiologie der Hörhaare von Wichtigkeit sein dürfte. Für letztere nämlich sowie für die Riechhaare und bis zu den kürzesten Tasthaaren hin (Fig. 32.) gilt dasselbe Gesetz der Neubildung. Ja sogar die kleineren Dornen zeigen entweder noch eine ganz kurze Einscheidung oder bilden sich doch auf keinen Fall als einfacher Abdruck der alten Dornen. Ich denke, dass ein ganz ähnliches Verhalten sich auch bei den Entomostraken finden muss, eigene Erfahrungen mangeln mir.

Wir müssen nun die besonderen Verhältnisse bei der Bildung der Hörhaare ins Auge fassen (Fig. 44.).

In der Anlage zeichnen sich dieselben bereits durch die Bildung der Haarkugel aus, die man als kleine Erweiterung ganz wohl erkennen kann (Fig. 44 *A. C.*); über die Anlage der Lingula, sowie überhaupt über die speciellen histiologischen Elemente, kann ich leider nichts beibringen.

Die Bildung der gekrümmten Hörhaare (Fig. 44 *B.*) scheint so zu erfolgen, dass das freie Ende der Tuben etwas abgeschrägt ist, dadurch wird die eine Wand des Haarschaftes um das Doppelte der Abschrägung kürzer als die andere, folglich muss sich das Haar bei der Ausstülpung entsprechend biegen oder knicken, so gestreckt auch immer die Haartuben angelegt sein mögen.

Bei den Hörhaaren handelt es sich aber vor Allem um das für sie so recht eigentlich Charakteristische, um die Chorda. Wie kann sich diese verhalten? wie verhält sie sich? Wir haben gefunden, dass das helle Band, in dessen Mitte die Chorda liegt, auch bei den Schwimmhaaren und manchen anderen Haarsorten sich nachweisen liess; an diesen sprachen wir dasselbe ziemlich unbedenklich als eine Art Bindegewebe an, dasselbe dürfen wir jetzt wohl auch für die Substanz um die Chorda thun. Wir fanden ferner bei den Schwimmhaaren, dass diese Substanz beim Herausziehen des Haares unverrückt liegen blieb, dasselbe findet statt bei den Hörhaaren! Für letztere ist aber noch besonders hinzuzufügen, dass die Stelle, bis zu welcher der Haartubus in das alte Haar hineinragt, so weit ersichtlich, identisch ist mit dem Ansatzpunkte der Chorda; es geht also das Haar genau nur bis zum freien Rande der Lingula. Nähmen wir, um den räthselhaften Vorgang vom Wechsel eines Sinnesorganes auf die Spur zu kommen, den Fall an, dass beim Haarwechsel die Chorda sich vom alten Haar trennte und unverrückt liegen bliebe, so würde sie das ganz ausgestülpte neue Haar genau an derselben Stelle berühren müssen, wo sie an das alte herantrat, also am Anfang der Lingula. Wenn dem so wäre, würde freilich die Befestigung der Chorda am Haare nur eine sehr schwache sein müssen.

Das ist sie in Wahrheit jedoch nicht und die Vorgänge gestalten sich etwas verwickelter.

Einige Zeit vor dem Haarwechsel verdoppelt sich die Chorda und dann wird mit dem Haarwechsel die eine von beiden ausgestossen. Die ausgestossene Chorda ist nun resistent gegen kochendes Natron. So auffallend dieser Befund auch ist und so geneigt vielleicht der Leser sein mag zu fragen, ob ich nicht lieber gleich das ganze Gehirn sich wolle abstossen lassen, die Thatsache ist völlig sicher gestellt, gestattet keinen Zweifel[1]. Dass doppelte Chorden vorhanden sind, lässt sich an Zerzupfungspräparaten leicht darthun (Fig. 43 *C.*), am unverletzten Thiere kann man das nie erkennen, wie ich glaube aus dem Grunde, weil die neue Chorda bei der gewöhnlichen Beobachtungsweise unter der alten verborgen liegt, Seitenansichten dagegen selten und nicht mit der genügenden Klarheit zu erlangen sind. An Zerzupfungspräparaten lassen sich noch einige weitere Beobachtungen über die Natur dieser Fäden anstellen.

Recht deutlich lassen sich erstlich die neugebildeten von den älteren Chorden unterscheiden, denn letztere zeichnen sich dadurch aus, dass sie bei der kleinsten Biegung gleich scharf einknicken, was die jüngeren nicht in dem Grade thun. Ferner sind die alten auch dunkler contourirt und während sie sich ihrer Hauptmasse nach wie Chitin verhalten, erblassen die jüngeren schon durch Essigsäure so sehr, dass man sie kaum noch im Auge behalten kann, diese Empfindlichkeit bewahren sie noch einige Zeit nach der Häutung.

Mehrfach habe ich mir diesen eigenthümlichen Bildungen gegenüber die Frage vorgelegt, ob es nicht Röhren seien, in denen etwa ein Axencylinder verlaufe. Für diese Ansicht sprechen die grosse Tendenz zu Einknickungen und dass die ausgestossenen Chorden ganz entschieden blasser sind wie vorher, wo sie in ihrer, doch stärker lichtbrechenden Matrix, freilich die neue Chorda unter sich, lagen; dem entgegen steht, dass an natürlichen Querschnitten nie etwas Röhrenartiges erkannt werden kann, und dass an Rissstellen nichts hervorquillt. In Wahrheit bliebe die Sache für die Ausstossung selbst sich gleich, da ja doch der alte von der Chitinscheide umhüllte Cylinder axis für die neue daneben liegende Chorda nicht dienen könnte, auch wenn bei der Häutung nur die Chitinscheide herausgezogen würde.

Es ist demnach wahrscheinlich, dass wir es mit einem soliden sich allmählich mit schwer löslichen Stoffen infiltrirenden Faden zu thun haben. Die ganze Länge der Chorden wird übrigens ausgestossen, davon überzeugt man sich sicher an den sehr langen Chorden der ersten Querreihen der inneren Antennen.

Durch die mitgetheilten Befunde wird nun das oben erschlossene Verhalten beim Haarwechsel etwas abgeändert. Es ist nämlich nur die

1) Auch noch Anderes mehr wird ausgestossen, man sieht einige sehr dünnhäutige, breite Röhren in den Antennen liegen, namentlich kann man sicher sein, dieselben im Basalstück der äusseren Antenne zu finden. Sollte es sich hier um ein Wassergefässsystem handeln? man sehe *Leydig*, Daphniden über den Hörcylinder.

neue Chorda, welche an das neue ausgestülpte Haar angeklebt wird, die alte wird durch die Spitze (und Narbe) des neuen Haares hindurch herausgezogen; möglich, dass die so gesetzte Verwundung der Matrix zu der Verklebung an die Lingula führt. Früher kann die Verlöthung nicht wohl geschehen, weil die neue Chorda in den eingescheideten Theil des Haartubus mit hineingeht, also dann noch vom Ende der Lingula weit entfernt liegt. Warum immer an der Lingulaseite die Verklebung eintritt, weiss ich nicht sicher[1]).

Man sieht jedenfalls, wie wichtig die kleinen zuerst beim Wechsel der Schwimmhaare gemachten Beobachtungen werden. Früher war ich wie erwähnt sehr zweifelhaft, ob nicht die Chorda auf der ganzen Länge der Lingula ruhe und etwa an jenem Knötchen, welches ich am Haare von Hummer und von Mysis (Fig. 30 *D. c.*) gezeichnet habe, ende; erneute Speculationen über den Häutungsmodus bringen jedoch zu der Ueberzeugung, dass die Chorda dort aufhören muss, wo sie sich ansetzt. Das geht gerade aus der oben gegebenen Schilderung leichtlich hervor, andernfalls sollte schon die Chorda noch nach ihrer Anlöthung weiter auswachsen, was höchst unwahrscheinlich wäre.

Ich will nun nicht verschweigen, dass mir früher das Präparat Fig. 44 *D. c'*. von Haartuben dicht vor der Häutung für die nunmehr aufgegebene Meinung von grossem Gewicht war, da ja die weit über die Haarspitze vorstehende Chorda scheinbar weit in das alte Haar muss hinaufgereicht haben. Neuerdings glaube ich, dass es sich hier nur um eine unvollendete Ausziehung der Chorda handelt. Sie würde etwa beim Zerzupfen eine kurze Strecke dem entfernten alten Haar gefolgt, dann aber von ihm abgerissen sein. Dass wirklich die Chorden nicht untrennbar fest ihren Haaren anhängen, erkennt man an Čr-Präparaten Fig. 44 *C*, wo es gelingt, die Tuben mit zwei hineingehenden Chorden von dem Mutterhaar zu isoliren; auch sieht man nicht immer jedem abgeworfenen Haar die Chorda anhängen.

Indem ich hiermit meine an frischen Thieren angestellten anatomischen Forschungen abschliesse, dürfte es am Platze sein, einen Blick auf diejenigen Beobachtungen zu thun, welche die Structur der Krebshaare behandeln. Freilich ist es klar, dass eine richtige Auffassung der Haare nur möglich ist, wenn die Häutungsvorgänge erkannt worden sind und da das nicht geschehen, dürfte ein kurzes Referat der Hauptleistungen genügen.

Lavalle[2]) beschreibt die Haare so, dass die Beschreibung ganz wohl auf die Hörhaare passen könnte, aber freilich, um sichere Schlüsse zu gestatten, nicht weit genug eindringt. Die Haare entspringen aus einem in die Schale eingegrabenen Bulbus, sind hohl und an sie heran führt

1) S. bei Alpheus.

2) Recherches sur le test des Crustacés Décapodes. Annales d. Sciences naturelles 1847.

ein Canal. Bisweilen bleibt die Röhre des Haares an der Basis offen und communicirt mit dem Canal, der durch die Dicke der Schale läuft. Das Haar ist mit einem Mark, ähnlich demjenigen höherer Thiere gefüllt, welches zuweilen mit der Materie, die den Porencanal ausfüllt, communicirt.

Hollard[1]) bestätigt diese Angaben, hat aber (wenn ich ihn citiren darf) noch etwas vollständiger die Sache erkannt. Die Schalencanäle nämlich, die den Haaren entsprechen, sind von einer membranösen Auskleidung eingenommen, welche die Basis von jenen umfasst, so bilden sie follikuläre Säcke, welche abwärts in eine conische Spitze auslaufen und dort ein Ernährungssystem aufzunehmen scheinen, dessen Bruchstücke leicht in den meisten Präparationen wieder erkannt werden. Dies ist alles, was *Hollard* von den Krebshaaren sagt. Ein Haar der Fliege, in auffallendem Lichte gezeichnet, hat einige Aehnlichkeit mit Hörhaaren, eines von Notonectes glaucus im scheinbaren Durchschnitte mit dem Querschnitt der Fadenhaare von Carcinus. Einmal endlich wird bei den Haaren von Dytiscus von einem »filament nettement desiné comme le serait un filet nerveux« gesprochen. Ich kann in der Abbildung durchaus nichts Nervenähnliches erkennen.

Leider weiss ich die beiden eben citirten Arbeiten für uns in keiner Weise zu verwerthen; anders mit derjenigen von *Campbell de Morgan*[2]). Dieser giebt nämlich nach eingehender Berücksichtigung der Literatur die Verhältnisse der Haarneubildung durch Beschreibung und Zeichnung ziemlich vollständig an, er hat mehrere Stadien der Neubildung vor sich gehabt, ja ist sogar so vertraut mit seinem Object geworden, dass er fand, wie beim Ausreissen des Haares die Scheide (unser Haartubus) oft mit herausgezogen wird, aber dass dies alles mit der Häutung und Neubildung der Haare zusammenhängt, ist ihm gar nicht in den Sinn gekommen! Ebendarum ist wohl diese naive und so leicht zugängliche Darstellung eine gute Bestätigung meiner Angabe, die ich allen Zweiflern empfehlen darf!

Ein specielleres Referat glaube ich unterlassen zu dürfen; es wird eben beschrieben, wie bei dem Thier die Tuben so blass und zart, bei jenem deutlicher und aus Chitin gebildet; wie hier die in die alten Haare hereinragenden Spitzen einfach, dort mehrfach gefasert, ja zuweilen sogar gefiedert seien, kurz eine grosse Menge von Thatsachen, die uns ganz bedeutungslos geworden sind. Der Autor hat die Nerven ganz wohl gesehen und hier und da bis in die Nähe der Haare verfolgt, über ein wirkliches Ende oder über Chorden findet sich keine positive Angabe.

1) Revue et Magasin d. Zool. 1851. p. 289.

2) On the Structure and Functions of the Hairs of the Crustacea. Philosophical Transactions 1859.

Untersuchung von Spiritusexemplaren.

Die nun folgenden Untersuchungen einer Reihe von Krebsen können vielleicht trotz grosser Unvollständigkeit dazu beitragen, eine freiere Uebersicht über unser Thema zu gewähren. Einzig durch die Liberalität des Herrn Professor *Behn* ist es mir möglich geworden, die Zahl der beobachteten Krebse um ein Bedeutendes zu vermehren. Nun aber bleibt die Untersuchung an Spirituspräparaten und bei doch beschränkter Zahl der Objecte stets nur recht unvollkommen und das ist der Grund, weshalb ich hier die Resultate gesondert gebe. Es handelt sich zwar nur um Chitingebilde, aber es ist eine der angreifendsten Arbeiten z. B. bei einem Grapsus oder Mycliris die Haare zu mikroskopiren, ja auch nur zu entscheiden, ob von einem vorliegenden Porencanal ein Haar abgeht oder schon abgerissen ist, und die Chorden bekommt man auffallend schwer zu sehen; trotzdem traue man immerhin meinen positiven Angaben, übersehen habe ich vielleicht Vieles. Namentlich die Angaben über die Otolithen und die Erforschung feiner und blasser Haarspitzen sind durch Spiritusniederschläge etwas getrübt. Bei allen Thieren habe ich auch nach den Riechhaaren gesehen, wo ich davon schweige, verhalten sie sich wie gewöhnlich.

Indem wir mit den niederen Formen beginnen, wollen wir zunächst über Phyllosoma, Alima, Erichthus und die Haare von Carcinus maenas berichten.

Phyllosoma. Ueber dieses Thier besitzen wir bereits eine Angabe von *Krøyer*[1], wonach zwei Hörsteine unter dem Rückenschild in der Hirnmasse verborgen sich befinden. Um dieselben zu sehen, sollte jedoch eine Compression nöthig sein, die nicht geschehen durfte. Unter unseren Thieren fand sich ein Glas mit kleinen recht durchsichtigen Individuen, die jedoch von den erwähnten Steinen nichts zeigten. Dagegen fanden sich auf der inneren, nicht aber der äusseren Antenne spärliche, kurze, gefiederte Haare. Diese sassen in weiten Porencanälen, ganz wie die Hörhaare von Carcinus in ihren Bechern. An eines derselben habe ich zweifellos einen langen Faden heranverfolgt, den ich mit Bestimmtheit für eine Chorda halte. Es scheint unbedenklich, in sie herein die Hörfunction des Thieres zu verlegen, da am übrigen Körper keine mit Hörhaaren zu vergleichende Anhänge aufzufinden waren.

Alima gracilis M. Edw. Nach einer Ohrhöhle oder Otolithen ward vergeblich gesucht. Auf der äusseren Seite der Antenne finden sich eine geringe Anzahl von 0,05 mm. langen, feinen, gefiederten Haaren, die Einpflanzung derselben in die dicke Schale des Thiers und ihre Beweglichkeit machen es mir wahrscheinlich, dass wir hier Hörhaare vor uns haben. Am ganzen übrigen Thier waren keine entsprechenden Haare aufzufinden.

1) loc. cit. pag. 288 Anmerk.

Erichthus sp.? Dies Thier verhält sich genau ebenso wie Alima, nur stehen die Haare an den betreffenden Stellen dichter und zahlreicher.

Erichthusform der Larve von Carcinus maenas. Eine Larve der dritten oder vierten Häutung hatte ich mir seit einiger Zeit in Liquor aufbewahrt, leider gingen davon durch mein Ungeschick die inneren Antennen verloren, ehe ich die Basen derselben deutlich gesehen hatte. Auf dem Schwanze bemerkte ich an jedem der 4 (?) ersten Glieder je 2 kurze scheinbar gefiederte Haare, die in einem weiten Porencanal, der auf der einen Seite eine Wulstung (Zahn) zeigte, aufsassen. Gerade so sind die Hörhaare eingepflanzt und da der übrige Körper des Thieres nichts Aehnliches zeigte, spreche ich sie als schallempfindende Apparate an.

Alle beschriebenen Thiere besitzen jedenfalls nur ein sehr rudimentäres Gehörorgan, ebenso freilich sind auch die Riechhaare nur sehr spärlich. Bekanntlich ist man geneigt, die ersten drei für Larven zu halten, vermuthet man richtig, so würde diese geringe Entwicklung der Sinnesorgane einfach erklärt sein.

Leucifer Thomps. Dies Thier ist so oft schon untersucht, dass eine Bestätigung des Befundes weiter nicht nöthig ist. Der Otolith liegt in einer geräumigen Höhle, in der er hoch an der Decke schwebend gehalten wird. Er ist rund, etwas abgeplattet und bricht das Licht sehr stark. Die Untersuchung des isolirten Steins ergiebt, dass er weich und sehr leicht zerquetschbar ist, dass er ferner bei einem geringen Natronzusatze sich augenblicklich spurlos auflöst, durch verdünnte Salzsäure dagegen erst zu einem Tropfen einschmilzt, um dann auch zu vergehen. Bringt man den Stein isolirt auf ein Deckglas und glüht, so hinterlässt er keinen nennenswerthen Rückstand. Er besteht also ganz aus einer eigenthümlichen organischen Materie. In den Otolithen hinein gehen, in nicht grosser Anzahl, lange, winklig gebogene Haare, die ihn tragen. Dieselben ziehen sich bei unvorsichtiger Präparation intact aus dem Stein heraus. An ihrer geblähten Basis findet sich ein deutlicher Zahn, ihre grosse Feinheit verwehrt eine eingehendere Beschreibung. Auf der freien Fläche der Antenne finden sich nur an zwei Stellen Hörhaare mit kugeliger Basis, auf dem Sacke und dicht vor der Spaltung der Antenne in die Geisseln. Der mittlere Schwanzanhang zeigt zwar eben solche Auftreibung wie der von Mysis, aber keinen Stein darin. Auf dem Schwanze findet sich kein Hörhaar.

Sergestes atlanticus M. Edw. Die grossen von *Krøyer* entdeckten Otolithen dieses Thiers verhalten sich wie jene von Leucifer. Die Haare im Otolithensack, die gekrümmt sind und wohl alle an den Stein gehen mögen, stehen in 2 Längs- und 3 diese durchkreuzenden Querreihen, sie sind verschieden gross, mit deutlicher Kugel versehen, mindestens 58 an der Zahl. Auf der Fläche des Dorns finden sich 7 freie Hörhaare, der ersten Querreihe entsprechend 5, an einzelne derselben sah ich die Chorda herangehen. Die Riechhaare sitzen den Zeichnungen

Krøyer's entsprechend nur an der geschwollenen Basis der Hauptgeissel der inneren Antenne.

Durch die letzten beiden Thiere ist die Mannichfaltigkeit der Otolithen bei den Krebsen zu einer verwunderungswürdigen Höhe gediehen. Ich dachte zunächst, es könne dabei eine lösende Wirkung des Spiritus in Betracht kommen, doch besassen sehr lange aufbewahrte Mysis unseres Hafens ihre Otolithen ganz unverändert. Es finden sich hier also wirklich recht bedeutende und vorläufig nicht recht verständliche Unterschiede, darum wieder das Gehörorgan von Mysis anzufechten oder in meinen bezüglichen, so einfachen Reactionen einen Irrthum zu vermuthen, möchte nicht richtig sein.

Thysanopoda (tricuspida?) M. Edw. Schon *Krøyer* giebt an, dass ein Hörsack diesem Thiere fehle, ich kann das bestätigen, jedoch finden sich auf der inneren Antenne mindestens 3 Querreihen von Hörhaaren. Auf dem Schwanze finden sich auch hier keine. Die Riechhaare sitzen büschelförmig an der Wurzel der einen Geissel. *Krøyer* hat gewisse kugelige Bildungen, die sich am Thorax und Abdomen dieser Thiere vorfinden, sehr genau beschrieben und ist zweifelhaft, ob er sie nicht etwa als Otolithen zu deuten habe. Diese Organe fand ich wieder, jedoch wollte es mir nicht glücken, recht in ihren Bau einzudringen. Sie für Gehörorgane zu erklären, fand ich jedoch keinen Anhaltspunkt und glaube deshalb eher, dass *Krøyer* das Richtige getroffen hat, wenn er sie mit Leuchtorganen zusammenstellt.

Hippolyte Leach sp. var. Ueber die Otolithen dieses Thiers sind, wie man sich erinnern wird, von *Leuckart* und *Krøyer* widersprechende Angaben gemacht, daher war ich auf den Befund hier sehr gespannt. Zu meiner Verwunderung fand ich, dass die untersuchten drei Species, welche sämmtlich keine Orbita hatten, wohl freie Hörhaare auf Antenne und Schwanzanhang, dagegen weder Hörblase noch Otolithen besassen[1].

Dieser Befund ist verglichen mit dem eingangs beschriebenen von einer kleinen lebenden Hippolyte mit Orbita etwas räthselhaft, es handelt sich wahrscheinlich um zwei auseinander zu haltende Genera.

Pandalus Leach sp.? Island. Auch hier wollten sich, entgegen den Angaben *Krøyer*'s, weder Hörblase noch Otolithen finden lassen, dagegen sind auf seiner Antenne die gewöhnlichen Hörhaare vorhanden. Vielleicht dienen auch noch andere eigenthümliche Haare der Hörfunction.

Obigen drei Thieren darf man wohl nur ein ziemlich stumpfes Ge-

1) Es schien Pflicht, nach Kräften diesen Gegenstand aufzuklären und ich wandte mich daher mit der Bitte an die Herren Prof. *Krøyer* und *Leuckart*, mir ein betreffendes Thier zuzusenden. *Krøyer* hatte die grosse Freundlichkeit, mir Hippolyte aculeata Fabr. zu senden. Auch an diesem Thier war es mir nicht möglich, Otolithen oder Hörblase nachzuweisen, weshalb ich zu meinem besondern Bedauern den betreffenden Angaben von *Krøyer* widersprechen muss. *Leuckart* hatte, wie er freundlichst mittheilte, keine H. viridis mehr in seinem Besitz, so dass also noch weitere Nachrichten über dieses Thier zu wünschen bleiben.

hör zuerkennen, denn nach allem darf man vermuthen, dass die Schärfe des Gehörs von der Anwesenheit der Otolithen bedingt wird.

Alpheus Fabr. sp.? Nikobaren (Fig. 45). Dies Thier besitzt einen sehr entwickelten Gehörsack, er ist weit, von ovaler Form und liegt in der inneren Antenne. Der Eingang in denselben ist gleichfalls weit und relativ frei. Der Seitendorn nämlich ist ähnlich wie bei Crangon zu einem mehr selbstständigen Blatt geworden und kommt an die Ohröffnung nicht heran, dagegen wird diese durch, vom hinteren Rande vorspringende, Schutzhaare gedeckt.

Die Höhle selbst zerfällt in zwei Abtheilungen, eine hintere, in der Steine angehäuft liegen und eine vordere, die leer ist. Auf ihrer unteren sowohl wie seitlichen Wand stehen zwei Arten Haare, die einen haben die Otolithen zu tragen und bilden an der Unterwand der hinteren Abtheilung ein weites Oval. Ich habe sie leider nicht gezählt, doch sind es mindestens 40. Ihre ganze Länge konnte nicht bestimmt werden, jedoch bis zur Einknickung (Ende der Lingula) dieser Hakenhaare finde ich 0,05—0,0635 mm. Länge und von Lingula bis Gegenzahn 0,0075—0,0125 mm. Breite, je nach der Ordnung im Oval; jedoch die Messung war unsicher.

Die Form der Haare ist nun gerade so wie die der Otolithenhaare von Palaemon, weil sie aber grösser sind, lassen sie sich weit leichter beobachten. Die Haarkugel ist sehr deutlich, sie entspringt von einem niedrigen Ring um den Porencanal herum. Der Zahn ist durch einen ziemlich breiten Streifen der Membran f′ von dem Haarschaft getrennt. Die Lingula liegt, an ihrer Dünnheit kenntlich, auf der den Otolithen zugekehrten Seite des Haarschaftes und zeigt wie bei Palaemon am Anfang einen glänzenden Knoten, der für die Chorda bestimmt sein wird. Die Fiederseite des Haares ist auch hier dickwandig und verengt durch ihre wolkige Belegmasse, namentlich am Anfange des Schaftes, das Lumen des Haares sehr. Die Haarspitze ist gefiedert.

Die zweite Art Haare (Fig. 45 *B. C.*) ist nach aussen von den Otolithen und namentlich im vorderen leeren Raum in grosser Menge vorhanden. Sie ist 0,5—0,15 mm. lang und 0,01—0,005mm. breit, den Gruppenhaaren von Carcinus maenas ähnlich, nur gestreckter. Die Haare sind einem Becher h eingepflanzt, dessen Wände auf der Innenseite eine Vorragung *B*, *a.* besitzen, von dieser aus scheint die dünne Membran f zu entspringen, die an den Haarschaft geht und ihn trägt. Bei Seitenansichten, namentlich der grossen Haare *C*, fällt es auf, dass die eine Wand bedeutend dünner ist wie die andere, die dünnere entspricht der Lingula l, die dickere der Fiederseite des Haares.

Der Anfang des Haarschaftes ist anscheinend ähnlich ausgehöhlt und verschlossen wie der des Schwimmhaares von Palaemon (Fig. 43 *A.*). Die genauere Beobachtung des Verschlusses ergiebt nun, dass derselbe durch eine Vorragung der wolkigen Belegmasse der Fiederseite gebildet

wird, die an jener Verschlussstelle der Haarhöhlung sich besonders stark entwickelt hat und sogar einen Fortsatz *d* gegen den Anfangstheil der Lingula hinabsendet. Ob dieser Apparat etwa zur Dämpfung dienen soll, ob er etwa auch bei der Ausstülpung des Haares die Chorda an die Lingula heranzudrängen und somit ihre Verwachsung an richtiger Stelle zu sichern hat, steht zu erwägen.

Das Verhalten, von dem Andeutungen sich auch schon an den Otolithenhaaren von Alpheus finden, dürfte, einmal erkannt, sich als ein nicht nur den Hörhaaren, sondern allen Haarsorten gemeinsames, aber je nach der Function modificirtes sich herausstellen.

Es bedarf einer durch grosse Reihen von Haaren durchgeführten Untersuchung, um den Gegenstand zu übersehen, weshalb ich mich weiterer Reflexionen zu enthalten habe.

Auf der freien Oberfläche der Antennen stehen einige der gewöhnlichen Hörhaare.

Pagurus Fabr. (Fig. 46). Schon *Farre* beschreibt und zeichnet das Hörorgan dieses Krebses, daher können wir in Hinsicht auf Form des Hörsackes und der Otolithen auf ihn verweisen. Die Haare sind in Reihen angeordnet, stehen aber im Uebrigen ziemlich unregelmässig vertheilt, alle sind gerade und von derselben Bildung, nur ihre Grösse variirt etwas. Auffallend ist an ihnen namentlich die Form der Basis. Aus einer relativ weiten tellerförmigen Vertiefung der Sackhaut 𝔥, welche dem Haarbecher entspricht, erhebt sich ein starker Knopf etwas über die Fläche der Haut hinaus (*a*). Ob dieser ganz hohl ist oder mehr solide und nur von einem engen Porencanal durchbohrt, liess sich nicht sicher ausmachen. Von der oberen Fläche desselben entspringt die Kugelmembran 𝔣, die, irre ich nicht, auf ihrer einen Seite verdickt ist, d. h. dort den Zahn bildet. Das Hörhaar zeigt deutlich die convexe Lingulafläche, ebenso ist an seinem unteren Abschnitte der Unterschied einer dünnen Haarwand (Lingulaseite) und einer dickeren (Fiederseite) ganz wohl bei entsprechender Lage nachzuweisen.

Porcellana Lamk. Der Hörsack liegt in der inneren Antenne; diese selbst zeigt auf ihrer Oberfläche eine Reihe ausserordentlich starker hohler Haare, die an der Stelle stehen, wo sich die Antennenhaut nach innen umstülpt, wahrscheinlich schützen diese Haare eine Oeffnung des Sackes, die aber nicht nachgewiesen werden konnte. Der Hörsack ist überall dünnwandig, aber nicht rund, sondern durch eine Ausstülpung (Recessus) an seinem Grunde und durch eine Vorbucklung der einen seiner Seitenwände etwas unregelmässig geformt. Es finden sich in ihm wesentlich drei Haarsorten.

Auf dem Buckel verstreut sitzen 9,0225 mm. im Durchschnitt lange, spitz auslaufende, glänzende und ungefiederte Haare, die aus weitem Porencanal entspringen.

Ausser dieser, mit den Gruppenhaaren von Carcinus zu vergleichen-

den Art, läuft über die Fläche des Buckels hin eine einfache Reihe von 26 sehr feinen, 0,12 mm. langen, Fadenhaaren. Dieselben sind an der Basis mit einem lichtbrechenden Punkte versehen, platt und kehren sich ihre schmalen Kanten so zu, dass sie einen durchbrochenen, vorragenden Wall, eine Art Stacket bilden, welcher in den Hörsack vorspringt. Am unteren Ende dieser Reihe finden sich in wenig geänderter Richtung fortlaufend noch 10 weitere, gesperrter stehende Haare, welche in den Recessus sich hinein erstrecken. Sie sind breiter und kürzer wie die Fiederhaare, vielleicht auch gekrümmt und eingeknickt und ähneln somit den Hakenhaaren von Carcinus.

Von den untersten dieser Haare aus läuft nun wieder eine Reihe von 18 ziemlich starken auch 0,12 mm. langen Haaren zurück, welche, in einer Reihe stehend, mit ihrem weiten Porencanal durch eine lange Membran, vielleicht durch eine wirklich vorragende Haarkugel verbunden sind. Die Haare selbst sind gerade, mit deutlicher Lingula und langen, sehr zarten Fiedern versehen. Sie und die vorhererwähnten 10 ragen, wenn mich nicht ein Spiritusniederschlag arg täuschte, in eine im Recessus liegende Steinmasse hinein. Auf dem Schwanze finden sich keine gewöhnlichen Hörhaare.

H i p p a Fabr. Ganz hinten in der inneren Antenne findet sich ein complicirt gewundener Sack ohne Otolithen. Es sind in demselben über 100 Haare vorhanden; von diesen stehen 45 in einer Gruppe und sind wie die Gruppenhaare von Carcinus maenas gebaut, nur ist ihr Anfangstheil sehr stark glänzend. Die übrigen Haare sind in Reihen angeordnet, aber so fein und blass, dass ich sie nur mit Wahrscheinlichkeit für Fadenhaare anspreche.

Diese Feinheit der Hörhaare ist um so merkwürdiger, als die Haare der Oberfläche sich gerade durch ihren groben Bau auszeichnen. An den Stellen, wo sonst Riechhaare sich finden, stehen hier nur g r o b g e f i e d e r t e Schäfte mit Zuspitzung zwar ihres Endes, aber ohne jenes auffallend glänzende Korn. Es scheint mehr als zweifelhaft, ob dies Riechhaare sind, und sonst fand sich nirgends etwas in dieser Richtung zu Deutendes. Man muss aus dem Bau der äusseren Antenne schliessen, dass die Hippa nach lebender Beute auf der Lauer liegt, also dazu wenigstens der Riechhaare nicht sehr bedürfen wird.

Die nun zu beschreibenden, in der Luft lebenden Thiere möchten wohl das entwickeltste Gehörorgan von allen Krebsen haben.

G e l a s i m u s Latr. (Fig. 47.). Die untersuchte Species dieses kleinen Krebses birgt in ihrer inneren Antenne nach ungefährer Zählung jederseits 176 Hörhaare und zwar wiederum drei verschiedene Arten, aber keine Otolithen.

In der einen Ecke des Sackes stehen 15 Gruppenhaare, welche nichts besonders Ausgezeichnetes vor anderen Formen ihrer Art voraus haben. Ferner stehen in einer einzigen 0,5815 mm. langen Reihe, die

mehr als die halbe Peripherie des Sackes quer umspannt, 73 Fadenhaare ziemlich dicht neben einander wie nach der Schnur aufgereiht. Diese Haare (Fig. 47 *A.*) sind an ihrem Anfangstheil abgeplattet, wenn sich gleich an dem unteren Ende selbst ein kleiner Knoten findet, und stehen mit ihren schmalen Kanten einander zugekehrt. Nach der Spitze zu runden sie sich allmählich ab und bilden dann in sich ein glänzendes, längliches, scheinbar das Lumen des Haares abschliessendes Korn *b*, von diesem ab setzt sich das Haar noch etwa um $\frac{1}{5}$ der ganzen Länge fort, um dann ohne besondere Zuspitzung aufzuhören. Die Haare sind 0,2 mm. lang, doch könnten sie an dem einen Ende der Reihe wohl um etwas kürzer sein.

Die dritte Art Haare (Fig. 47 *B.*) scheint den Hakenhaaren von Carcinus zu entsprechen, doch ist sie hier von den Fadenhaaren nur durch etwas grössere Breite und Stärke zu unterscheiden. Dabei stehen aber diese Haare unregelmässig auf einem bestimmten Bezirk zerstreut, 88 an Zahl, wahrscheinlich noch zahlreicher.

Die Riechhaare der Antennen sind sehr spärlich (6—10), kurz und rudimentär.

O c y p o d a Fabr. Was die Form der Haare betrifft, verhält sich dies Thier wie Gelasimus, doch sind die Haare vielleicht noch zarter. Die Gruppenhaare sind hier auch sogar in einer einfachen, aber etwas gebogenen Reihe angeordnet, doch wird man sie ihrer gröberen Form wegen nicht mit den anderen Haarsorten verwechseln können. Die Fadenhaare stehen in sehr langer, einfacher Reihe ganz dicht neben einander und sind daher wohl noch reichlicher wie bei dem vorigen Krebs. Die nicht gekrümmten »Hakenhaare« sind auch hier zahlreich, Otolithen fehlen. Glieder der inneren Antenne und Riechhaare vermisste ich ganz.

G r a p s u s Lamk. verhält sich ganz ähnlich wie die beiden vorhergehenden.

S e s a r m a Say (Fig. 48 *A.*). Nach den Haaren dieses Krebses möchte man schliessen, dass er häufiger im Wasser zu hören hat wie die drei vorigen Arten. Er hat mindestens 154 Hörhaare und zwar wiederum die drei Formen. Die Gruppenhaare, 33 an Zahl, sind lang, gerade und enden mit einem glänzenden Knopfe an der etwas umgebogenen Spitze, ganz ähnlich wie die in der Figur gezeichneten Hakenhaare. 51 Fadenhaare stehen in langer Reihe auf einem ziemlich scharfen Kamm, diese verhalten sich ganz so wie bei Gelasimus, nur das glänzende Knötchen mangelt ihnen, ihre Länge ist 0,2 mm., ihre grösste Breite 0,0057 mm. Die Hakenhaare (Fig. 48 *A.*) sind sehr klein und kurz 0,02 mm., sie sind hakenförmig umgebogen und tragen an ihrer Spitze wiederum die Narbe *n* wie die Gruppenhaare; jedoch es wäre möglich, dass das Haar sich noch über diesen Knopf hinaus fortsetzt. Von den Riechhaaren habe ich nichts notirt.

N a u t i l o g r a p s u s M. Edw. Dieser verhält sich nur insofern ab-

weichend von Sesarma, als den Haaren die glänzenden Knöpfe, trotzdem dass sich auch hier die Spitze eine Strecke vor dem Ende ganz abrundet und verdünnt, völlig fehlen; auch habe ich notirt, dass man einen Otolithenplatz (an den Poren) unterscheiden könne, was bei dem vorigen nicht so der Fall war.

Es ist mir von Bedeutung, dass das untersuchte Thier aus dem Mare di Sargasso stammt, also entschiedener Wasserbewohner ist, denn gerade in jenen glänzenden, offenbar soliden und die Spitze des Haares gewichtiger machenden Körnern scheint mir ein gewisser Anschluss an die supponirten Gehörorgane der Insecten zu liegen, allerdings ist die Analogie nur sehr schwach.

Das Gehörorgan der beiden folgenden Thiere scheint rudimentär zu sein.

Pinnotheres pisum Latr. Es sind im Hörsack des ♀ ziemlich lange Gruppenhaare in einiger Menge vorhanden, ausserdem lässt sich auch noch eine Reihe von 5 grossen Porencanälen (Haarbechern) erkennen, deren Haare aber nachzuweisen mir nicht recht glücken will. Ich sehe wohl Fäden davon entspringen, aber diese sind so fein, als wenn es recht dicke Chorden wären.

Myctiris Latr. Die eine freie Fläche der inneren Antenne ist reich mit gefiederten Haaren versehen, in denen Hörhaare zu erblicken ich besonders geneigt bin; übrigens zeigen auch die meisten anderen Brachyuren und Porcellana Aehnliches. Im Hörsack scheinen sich nur Hakenhaare vorzufinden. Einige davon sind grösser und stehen mehr isolirt, andere sind in Reihen geordnet, aber haben auch nur die Form von Hakenhaaren. Die folgenden Glieder der inneren Antenne sind rudimentär, Riechhaare wurden nicht sicher aufgefunden.

Die nun folgenden Thiere nähern sich dem Typus von Carcinus immer mehr.

Lupea pelagica? Leach. Der Hörsack zerfällt sehr deutlich in einen vertikalen und horizontalen Theil. Der Buckel ist vorhanden, dagegen ist an Stelle des Hammers von Carcinus eine mehr gleichförmig verdickte Leiste der Sackwand aufgetreten, die sich in der Function mit dem Hammer gleich verhält. Die Halbcanäle sind nicht sehr in die Augen springend, die innere Oberfläche des Sackes ist höckerig. Die Gruppenhaare stehen wiederum in der lateralen vorderen Ecke des Sackes, jedoch sind sie in einer doppelt besetzten Bogenlinie angeordnet. Sie sind 0,3188 mm. lang und platt, ihre Breite nämlich beträgt 0,01587 mm., ihre Dicke 0,00187 mm. Ihre Spitze ist lanzettförmig und mit einer kleinen lichtbrechenden Narbe versehen.

Die Fadenhaare sind wie bei Carcinus angeordnet, sie sind recht fein, ihre Spitze war leider stets verhüllt.

Der Otolithenplatz ist stark ausgebuchtet, die Haare um denselben sind Hakenhaare wie bei Carcinus.

Platycarcinus pagurus, grosses Exemplar. Der verhältnissmässig kleine Hörsack zeigt keine bemerkenswerthen Verschiedenheiten von dem eben besprochenen. Die Gruppenhaare, ca. 70 an Zahl, stehen in der einen Ecke sehr gesperrt, auch auf dem Buckel stehen 36 Fadenhaare nur in sehr lichter Reihe. Letztere sind verhältnissmässig grob und kurz; 0,0075 mm. breit und 0,2625 mm. lang, an der Spitze gefiedert.

Der Otolithenplatz ist oval, aber nicht sehr auffallend, d.i. die charakteristischen Porencanäle hören nicht plötzlich auf, sondern verlieren sich allmählich.

Die Hakenhaare sind wie bei Carcinus.

Pilumnus Leach. Die drei Haararten finden sich auch hier in der bekannten Anordnung vor. Die Gruppenhaare sind wenig abgeplattet, an ihrer Spitze findet sich die glänzende Narbe. Die Fadenhaare, einige 30 an Zahl, sind sehr lang, an der Spitze verhalten sie sich wahrscheinlich so wie die von Carcinus, in der Mitte etwa ihrer Länge haben sie eine kleine Anschwellung, die an das Verhalten bei Gelasimus erinnert, nur ist bei Pilumnus die Anschwellung undeutlicher und namentlich nicht glänzend. Der Otolithenplatz ist deutlich, die Hakenhaare um ihn haben auf der Spitze einen kleinen Knopf.

Chlorodius Leach. Das Verhalten ist wie das von Carcinus beschriebene. Nur die Gruppenhaare sind erwähnenswerth. Sie stehen nämlich von einander getrennt in einem grösseren und kleineren Haufen, sind ausserdem an ihrer Kante mit zwei blassen steifen Fiedern versehen und haben eine verdickte Stelle, die Narbe ganz seitlich an ihrer Spitze ansitzend; die Kugelmembran ist besonders deutlich wahrzunehmen.

Trapezia Latr. Der Otolithensack dieses zierlichen Krebses ist nur wenig von demjenigen von Carcinus verschieden. Der Buckel ist namentlich nicht oval, sondern halbmondförmig ausgeschnitten. In allen übrigen Theilen haben sich keine Unterschiede herausgestellt.

Hyas araneus Leach (Fig. 48 *B*). Diese Dreieckkrappe hat ein wenig entwickeltes Gehörorgan. Wir finden im Hörsack nur eine grosse Anzahl Gruppenhaare, welche, wie die Fig. zeigt, rundlich aus weitem und langem Porencanal 𝔭 beginnen, sehr blass und sehr platt werden und mit der Narbe 𝔫 enden. An diesem Thier fand ich Haartuben entwickelt. Auf der inneren Antenne selbst sassen viele Haare auf, die mit Hörhaaren nahe verwandt schienen.

So wenig vollständig auch zu meinem grossen Leidwesen die vorliegende Reihe ist, scheint es doch am Platze, die Resultate übersichtlich zu ordnen. Das Zeichen + bedeutet, dass Haare in nicht näher bestimmter Zahl vorhanden sind, 0 dass sicher keine vorhanden waren. Die

Buchstaben *F* dass *Farre*, *S* dass *v. Siebold*, *L* dass *Leuckart*, *K* dass *Krøyer* und *H* dass ich das Thier untersucht habe.

	Untersuchtes Thier	Autor	Otolithenhaare		Freie Hörhaare d. Antenne		Freie Hörhaare d. Schwanzes	
			Zahl	Maass mm.	Zahl	Maass mm.	Zahl	Maass mm.
Ein Otolith in der Hörblase	Leucifer	*Souleyet Huxley K. L. H.*	+		3		0	
	Sergestes	*K. H.*	58		12		0	
	Mysis	*L.* u. *Frey K. H.*	57	0,06—0,08	26		55	
	Hippolyte	*L. H.*	+		+		?	
	Mastigopus	*L.*	?		?		?	
Keine Otolith. u. keine Hörblase	Alima	*H.*	0		+	0,05	0	
	Erichthus	*H.*	0		+	0,05	0	
	Phyllosoma	*K. H.*	0		+		0	
	Thysanopoda	*K. H.*	0		+		0	
	Hippolyte	*K. H.*	0		+		+	
	Pandalus	*K. H.*	0		+		?	
Blase mit vielen Otolithen	Palaemon	*S. L. K. H.*	40 ca.	0,09	120 ca.	0,06–0,1	130	0,04—0,08
	Pasiphea	*Leydig L.*	?		?		?	
	Alpheus	*H.*	+		+		?	
	Crangon	*K. H.*	7	0,075	45		71	
	Astacus	*F. L. K. H.*	+		?		?	
	Gebia	*H.*	+		?		+	
	Pagurus	*F. K. H.*	+		?		?	
	Palinurus	*F. K.*	+		?		?	
	Nephrops	*S. K.*	?		?		?	
	Lithodes	*K.*	?		?		?	
			Hakenhaare		Fadenhaare		Gruppenhaare	
?	Porcellana	*H.*	28	0,12	26	0,12	9	0,225
Hörblase geschlossen ohne Otolithen	Hippa	*H.*	55		0		45	
	Pinnotheres	*H.*	?		?		+	
	Myctiris	*H.*	+		0		0	
	Gelasimus	*H.*	88		73	0,2	15	
	Ocypoda	*H.*	+		+		+	
	Grapsus	*H.*	+		+		+	
	Nautilograpsus	*H.*	+		+		+	
	Sesarma	*H.*	+	0,02	51	0,2	33	
	Lupea	*H.*	+		+		+	0,3
	Platycarcinus	*H.*	+		36	0,26	70	
	Pilumnus	*H.*	+		30		+	
	Chlorodius	*H.*	+		+		+	
	Trapezia	*H.*	+		+		+	
	Carcinus	*H.*	30	0,05	46 39	0,338 0,13	200 28	
	Hyas	*H.*	0		0		+	

Vorstehender Tabelle gegenüber empfinde ich wiederum recht lebhaft die Unvollkommenheit meiner Untersuchung.

Wenn man von der Frage ausgeht, ob jedes Haar wohl einem Tone entsprechen könnte, so ist so gut wie Nichts entschieden, ja vielleicht

sogar ein Entscheid gegen diese Ansicht durch die immerhin schon ersichtlichen starken Verschiedenheiten der Haare und ihrer Maasse gegeben. Ob diese sich nun bei genauerer Untersuchung stärker herausgestellt haben würden oder nicht, steht dahin. Ein Umstand ist jedoch vorhanden, der die Ungründlichkeit der Tabelle weniger fühlbar zu machen geeignet ist. Die Zählungen und vor Allem die Messungen sind so schwierig, letzteres namentlich wegen der sogar selten völlig horizontalen und gestreckten Lage auch nur weniger Haare, dass es geradezu nicht geht, an Spirituspräparaten Maasse zu gewinnen, wie sie zur Vergleichung z. B. mit der Schwingungszahl der Töne u. s. w. nöthig zu sein scheinen. Dann ist es aber sehr fraglich, welche Maasse eigentlich in akustischer Hinsicht in Betracht kommen; es würde wirklich eine solche Tabelle leicht eine hemmende Spielerei mit Zahlen geworden sein. Die Untersuchung einer einzigen Thierspecies auf die Grösse der Haare und deren einzelne Maasse von Jung und Alt verglichen mit den Eigentönen des einzelnen Haares würde eine Basis sein, die alle anderen Maasse unnütz machen müsste. Eine solche Untersuchung konnte ich nicht mehr machen, denn sie auch nur zu versuchen würde verkehrt gewesen sein, allein schon weil mir ein Apparat, reine Töne zu erzeugen, fehlt.

Zum Abschluss des anatomischen Theils würde es nun noch erübrigen zu untersuchen, wie sich unsere Befunde zu den Verhältnissen anderer Thiere stellen. Zunächst liegt nahe, nach den niederen Krebsen zu fragen. Diese habe ich zwar darauf angesehen, da ich jedoch fand, dass klare und sichere Beobachtungen hinsichtlich der Chorden nicht gleich zu machen waren, dehnte ich meine Untersuchungen nicht auf sie aus. Nach den Beobachtungen *Leydig*'s scheinen mir mit Wahrscheinlichkeit die Haare Hörapparate zu sein, welche er als mit Nerven verbundene von Branchipus stagnalis[1]) zeichnet, welche sich am Kopfe von Lynceus[2]) vorfinden und welche von Asellus aquaticus[3]) an der inneren Antenne durch denselben Autor aufgefunden und beschrieben sind. Was die Insecten betrifft, scheinen mir jene von *Leydig* beschriebenen Nerven aufliegenden Haare der Larve von Corethra plumicornis[1]) hierher zu gehören, welche mit einem federnden Apparate an der Basis versehen sind. Ferner scheinen mir namentlich die mit Haaren besetzten Höhlen der inneren Antenne von Musca vomitoria[3]) in dieser Hinsicht beachtenswerth, ebenso gewisse Bildungen der Endcylinder der Palpen.

Die sehr schwer zu erforschende, offenbar auch noch nicht spruchreif erforschte Structur der Bein- und Flügelorgane der Insecten scheint mir nicht zur Annahme einer Gehörfunction dieser Organe zu zwingen; dagegen ist die wechselnde Lage der letzteren, welche dann in der Luft

1) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie 1851 pag. 280 u. pag. 435.

2) Daphniden.

3) *Müller*'s Archiv 1860 Taf. VIII. Fig. 4. 6, Fig. 9 *b*.

ausgespannt, dann unter den Flügeldecken verborgen, dann bewegt, dann wieder ruhend sich verhalten, für ein Gehörorgan sehr auffallend.

Trotzdem jedoch ist anzuerkennen, dass der Apparat, den Manche als Kraftmesser auffassen wollen, dem Princip der Hörhaare nicht ferne wird stehen können, und daher einigermaassen mit unserem Krebsgehör wird übereinstimmen müssen.

Bemerken muss ich, dass ich nur das Organ vom Maikäfer näher kenne (dessen Function durch Exstirpirung leicht zu prüfen sein dürfte) und dass ich den so ausserordentlich reichen Angaben *Leydig*'s gerade so wie meine Leser gegenüberstehe, dass folglich meine Ansichten darüber nur unmaassgeblicher Natur sind.

Des Ohr's der Wirbelthiere darf ich nur mit wenigen Worten gedenken. Es sind bekanntlich in der Ampulle lange feine Haare vorhanden, die wohl mit den Haaren der Krebse verglichen werden könnten. Wie dieselben sich zu den Nerven verhalten, ist von *F. E. Schulze*[1]) näher beschrieben, der angiebt, sie seien selbst die Nervenenden. Wahrscheinlich habe ich dieselben Fische wie dieser Autor untersucht, konnte aber das Verhalten nicht überzeugend wahrnehmen. Die betreffenden Präparate sind ohnehin so dick, dass trotz vollkommenster Durchsichtigkeit die Beobachtung des Organes in situ noch keine Sicherheit gewähren kann, ob die Nerven sich im Epithel an ein Haar anlegen oder selbst zum Haar werden.

Die Schnecke der Säugethiere ist so complicirt, dass sie nicht wohl in Frage kommt, so lange nicht das Verhältniss der Membrana Corti, deren Lage beim Erwachsenen noch nicht ganz richtig beschrieben wurde, zu den Schallwellen aufgefasst ist, dürfte von ihr für die Theorie des Gehörorganes nicht viel zu erwarten sein.

Der nun folgende

physiologische Theil

der Arbeit hat leider eine so geringe Vollkommenheit erreicht, dass er mehr wie eine vorläufige Mittheilung denn als eine abgeschlossene Behandlung erscheint.

Unsere Aufgabe scheint zunächst in der Beantwortung der folgenden Fragen zu liegen: 1) Können unsere Krebse Töne empfinden? 2) wie hören sie dieselben?

1) Können die Krebse hören?

Dafür finden sich bereits von früheren Autoren Beweise vor, die z. B. *Weber*[2]) zusammengestellt hat; in diesen, die gewiss richtig sind, ist für unsere Zwecke eine Verwechselung mit Erschütterungen oder sogar mit Sehempfindungen nicht genügend ausgeschlossen. Die eigenen Be-

1) Loc. cit.
2) *Weber*, de Aure etc. pag. 106.

obachtungen möchten namentlich im Ganzen genommen mehr Sicherheit gewähren. Gerade die von mir untersuchten Thiere geben ausserordentlich leicht Zeichen der Schallempfindung, jedoch liegt eine gewisse Schwierigkeit darin, einen reinen Schall hervorzurufen. In der Regel wird bei der Uebertragung eines plötzlichen lauten Geräusches in das Wasser des Gefässes auch eine Erschütterung mitlaufen, die den Versuch unrein macht, doch habe ich allen Grund, letztere nicht für wirksam zu halten. Halte ich nämlich meine Hand frei in das Wasser des Aquariums und errege nun durch Schlag auf den Boden der Stube oder die Wandungen des Gefässes ein Geräusch, so fühlt meine Hand davon nicht das Mindeste, nicht einmal die Wellen, die durch Schwingungen der Wandungen auf der Oberfläche des Wassers erzeugt werden, die ohnehin erst relativ spät an sie herankommen. Anders ist es wohl, wenn die Hand die Wandungen des Gefässes berührt, doch solche Versuche kommen nicht in Frage. Ich halte mich überzeugt, Schallreflexe vor mir gehabt zu haben, durch gröbere Erschütterungen nicht getäuscht worden zu sein, und darf dem Leser überlassen, darüber zu urtheilen.

Die Versuche wurden theils in einem Aquarium, theils in grossen Gläsern, einmal an frisch eingefangenen, dann wieder an längere Zeit gehaltenen Thieren gemacht. Wie ich die Vorsicht übte, ein Erschrecken durch den Gesichtssinn und sonst gröbere Täuschungen auszuschliessen, werde ich nicht beschreiben. Für die Hörversuche diente ein Geräusch, welches durch Anschlagen an solche Gegenstände, welche dasselbe dem Wasser zuleiten konnten, erzeugt ward. Trotz ihrer Unvollkommenheit gab ich dieser Art den Vorzug, da sie durch Bequemlichkeit eine grosse Reihe von Versuchen ermöglichte und da Glocken oder Pfeifen, die an der offenen Mündung mit einer Membran versehen, ins Wasser tauchten, Reflexe nur schwach hervorriefen, rein in der Luft erzeugte Töne wirkten nicht, gingen aber auch, wie ich mit dem betreffenden Hörröhr mich zum Ueberfluss überzeugte, nicht ins Wasser über. Die Reaction war ein Sprung des Thieres; es scheint nämlich eine physiologische Einrichtung zu sein, dass sie durch Tonempfindung ungewohnter Art zu einem Sprunge angeregt werden, um nur zunächst einmal ihren Ort zu wechseln und dann eventuell weiter zu fliehen. Sie haben es natürlich in ihrer Gewalt, diese Bewegung vollständig zu unterdrücken, und alte länger gehaltene Garnelen wird man nur selten und für einmal zu einem Sprunge durch Geräusch bewegen können.

Man erhält auf diese Weise mehr negative wie positive Resultate, aber letztere sind zahlreich genug und treten so kräftig und so momentan ein, dass sie nichts zu wünschen übrig lassen.

Palaemon antennarius. Wenn man jüngere Thiere frisch eingefangen in das Aquarium bringt, wird jeder Ton, der vom Fussboden oder von den Wandungen der Gefässe aus erzeugt wird, sie momentan zu einem lebhaften Satz über das Wasser hinaus bewegen, eine Er-

schütterung der Wände ohne Schall lässt sie dagegen ruhig. Lässt man ein Brettchen frei auf dem Wasser treiben und erregt durch Berührung desselben mit einem Stab einen Ton, so erfolgt der Reflex, stösst man das Brett an, nachdem schon der Stab daran gelegt war, erregt also eine Erschütterung ohne Ton, so erfolgt kein Sprung. Dabei ist freilich eine öftere Wiederholung der Versuche nöthig, denn die Thiere sind überhaupt scheu und erschrecken auch vermittelst ihres Gesichtssinnes; eine umsichtige und gewissenhafte Prüfung ergiebt jedoch ohne Schwierigkeit, dass sie hören.

Wenn man eben durch den Ton des erwähnten Brettchens eine grössere Anzahl der frei an der Oberfläche schwimmenden Thiere über das Wasser herauftreibt, oder wenn eine im Aquarium völlig unsichtbare Bewegung meines Fusses am Boden das Gleiche bewirkt, so ist die Hörfähigkeit eigentlich wohl bewiesen.

Wenn man übrigens diese Thiere in mit Strychnin versetztes Salzwasser auf mehrere Stunden hineinbringt, lässt sich der Nachweis ihrer Hörkraft noch besser führen. Dann erzeugen selbst leise Töne im Hause, am Tische oder Glase Reflexe, und man kann das Thier durch wiederholte Töne in entsprechend häufigen Sprüngen im Glase umhertreiben. Dabei ist bemerkenswerth, dass von der äusseren Antenne ein Reflex nicht leicht kommt. Wenn das Thier schon stark vergiftet matt auf der Seite liegt, kann man es mit der Pincette an der äusseren Antenne in die Höhe ziehen, das Glas heben und das Wasser schütteln, es rührt sich nicht; setzt man das Glas nieder und erregt damit oder sonst wie einen Ton, so reisst es sich mit einem mächtigen Schlage los, um machtlos zu Boden zu sinken und dort in tonischen Krämpfen sich zu biegen. Die Thiere werden, nachdem sie einzig noch athmend aber fast bewegungslos auf dem Boden des Glases lagen, sich allmählich beleben, wenn man sie in reines Wasser setzt. Dann ist es interessant, sie zu beobachten, wenn sie wieder anfangen zu schwimmen; sie streifen ungeschickt im Glase umher, man achtet darauf, wenn sie nirgends die Wandungen berühren und erzeugt einen Ton; augenblicklich wirft ein Sprung sie auf den Boden des Gefässes, wo sie ruhig auf der Seite liegen bleiben. Richtet man sie auf, so hat das keinen Reflex zur Folge, sondern sie fangen von Neuem an zu schwimmen und das Spiel kann wiederholt werden. Uebrigens stellt sich selbst während der Strychninvergiftung eine gewisse Abstumpfung gegen den Ton ein, die erst nach einiger Ruhe wieder verschwindet.

Mysis spinulosus ist durch Geräusche noch erregbarer, wie Palaemon, so dass Alles, was von jenem gesagt ward, in höherem Grade von Mysis gilt. Nur gelang es mir nicht, den letzteren zum Strychnintetanus zu bringen, es scheinen, wenn mich nicht unglückliche Versuche täuschten, seine Respirationsganglien sich wie die der Körpermuskeln zu verhalten, was bei der Vergiftung einen raschen Tod zur Folge hat.

In anderer Hinsicht lässt sich aber gerade mit Mysis weiter experimentiren. Man kann nämlich unter dem einfachen Mikroskop die beiden mittleren Schwanzanhänge entfernen und nimmt damit alle Hörorgane vom Schwanze fort. Die Thiere leben dann noch 26—28 Stunden; länger habe ich keine von 8 erhalten können, da sie mit seltener Regelmässigkeit nicht früher und nicht später (an Verblutung?) zu Grunde gehen, nachdem sie meistens 1 oder ½ Stunde vor dem Tode unruhiger und reflex-erregbarer geworden sind. Die Erregbarkeit durch Ton ist schwieriger zu prüfen, da eben die Thiere nicht in normalem Zustande sind; aber es wurden mehrere Male ganz überzeugende Beobachtungen gemacht, dass sie auf Geräusche reflectiren. Eigentlich hatte ich mir vorgestellt, dass die Hörhaare des Schwanzes vorwiegend dem Reflexe zu dienen hätten und war daher über meine Beobachtung mehr überrascht, wie erfreut; jedoch es fiel mir gleich auf, wie die Reflexe zuweilen (!) nicht sowohl in einem Sprung, sondern in einer resultatlosen Einknickung, so zu sagen einem tiefen Diener bestanden, und doch war der grössere Schwanzanhang ganz unverletzt vorhanden. Thiere, denen ich die Ohren sitzen liess, dagegen die seitlichen Schwanzanhänge fortnahm, sprangen auf Tonerzeugung im Anfange ganz wie gewöhnlich, wurden freilich bald, wahrscheinlich wegen der starken, direct nachzuweisenden, Infiltration des Schwanzendes weniger tonempfindlich, sprangen auch dann nicht mehr gehörig. Diese übrigens sehr leicht verwischten Unterschiede in der Reflexbewegung und der Nachweis, dass auch von den Hörhaaren der Antenne Reflexe ausgelöst werden, bringt uns dazu eine kleine Abschweifung von unserem Thema zu machen. Wenn Mysis oder die Garnelen von einem kleineren Gobius, der es zunächst auf ihre Beine abgesehen zu haben scheint, im Aquarium verfolgt werden, so gestaltet sich die Sache folgendermaassen; es steht der Angegriffene aufrecht im Wasser des Aquariums, die Füsse und die ganze Bauchseite dem auf ihn zu schwimmenden Fische entgegengerichtet; im geeigneten Augenblick schnellt er sich dann dadurch, dass er eine starke und plötzliche Beugung macht, mit ungemeiner Gewalt das Zwanzigfache mindestens seiner Körperlänge durch das Wasser, wobei sein ganz gekrümmter Rücken den Vorderpol ausmacht. Um diesen Sprung zu bewirken, dient nicht die Schwanzflosse allein, wie z. B. bei Astacus, sondern als Antagonist des Schwanzes auch alle vorderen breiten Anhänge, namentlich aber das breite Blatt der äusseren Antenne. Es ist also zum Sprung dieser Thiere eine Muskelwirkung an beiden Körperenden wünschenswerth, weshalb denn auch an beiden Enden der Reflexapparat eingepflanzt sein dürfte. Uebrigens ist, wie man an jungen Thieren unter dem Mikroskop leicht beobachten kann, die erste und constanteste Wirkung eines Geräusches das Spreizen der Schwanzflossen.

Bei Carcinus maenas hält es sehr schwer, sichere Erfahrungen zu machen, es konnten nicht in überzeugender Weise durch Geräusche

Bewegungen ausgelöst werden. Wenn die Thiere des Nachts halb über Wasser an den Wänden hingen und geräuschvoll athmeten, hielten sie sich eine Weile ruhig, wenn ein stärkeres Geräusch entstand, auch hemmten diejenigen Krebse, die entwichen waren und Nachts im Zimmer umherstreiften, ihren geräuschvollen Gang, wenn ich sie anrief. Ich versuchte, die Thiere zu blenden, aber sie wurden dann so unruhig und starben so bald, dass kein Erfolg erzielt ward. Ein Umstand hätte mich bald getäuscht. Die Augenstiele sind, wahrscheinlich durch gewisse Haare, so empfindlich gegen Luftzug gemacht, dass wenn sie beim Anrufen des über Wasser sitzenden Thieres auch nur durch den geringsten Zug, z. B. von der Nase aus getroffen werden können, sie sich augenblicklich zurückziehen; wärmeempfindlich scheinen sie mir nicht zu sein.

Wenn dies auch Alles ist, was ich zur Beantwortung unserer ersten Frage vorbringen kann, so wird es doch im Ganzen genommen, wie ich hoffe, eine entschiedene Bejahung rechtfertigen.

2) Wie geschieht die Tonempfindung?

In dieser Frage liegt der Gipfelpunkt der Untersuchung! Wie sich die Sache theoretisch stellt, ist nachgerade nicht schwer zu errathen, um so weniger, als die ausgezeichnete Untersuchung von *Helmholtz*[1]) auch hier maassgebend sein muss. Obgleich ich schon länger wusste, wie die Haare sich gegen Töne verhielten, gestehe ich doch gern, dass erst nach Kenntnissnahme der angezogenen Arbeit mir klar wurde, dass jedes Haar auf einen bestimmten Ton abgestimmt sein müsse, indem nur die betreffenden Wellen immer so zur rechten Zeit an die schwingenden Theile des Haares anstossen können, dass es zu den stärksten Schwingungen gebracht wird. Wovon es abhängen kann, dass ein Haar durch den, ein anderes durch jenen Ton zu Schwingungen gebracht wird, darüber kann leider nicht viel gesagt werden, jedoch sind die Hörhaare an Länge sowohl als auch an Dicke bedeutend von einander verschieden. Die Lingula ferner scheint mir nicht immer proportionirt lang zu sein, dagegen so sehr verschieden dick sie auch an den grossen und kleinen Haaren ist, machen sich darin keine besonderen Abweichungen von der Proportion bemerkbar. Von Einfluss auf die Schwingungen könnte endlich die so auffallend verschiedene Länge der Chorden sein, doch das ist unwahrscheinlich, über alle diese Fragen kann erst ein Urtheil durch gründliche Bestimmung der Eigentöne der Haare und nachherige Messungen gefällt werden.

Bestimmte Gründe hinderten mich, die Haare eingehend auf ihre Schwingungen zu untersuchen, jedoch alle Versuche fielen befriedigend aus. Es wurden namentlich die Haare des Schwanzes von Mysis geprüft und zwar in folgender Weise: Ein Messingkasten mit 2″ langem Glas-

1) Die Lehre von den Tonempfindungen.

boden und etwa $1 \frac{1}{4}''$ hohem Rande war in der Mitte der einen Seitenwandung durchbohrt und hier mit Kork geschlossen, durch den Kork bohrt man die Nadel, auf welche das zu untersuchende Thier kommt, dann füllt man den Kasten mit Wasser und kann nun das Thier in jeder beliebigen Lage mit Stiplinsen untersuchen. Von der entgegengesetzten Seite ragt nun in den Kasten hinein ein festschraubbarer Zuleitungsapparat. Derselbe[1]) ist dem Cavum tympani nachgeahmt, d. h. in einer winklig gebogenen Röhre liegt ein Stab, der genau die Röhre in Länge und Biegung nachahmt, dieser Stab, die Columella, ist auf der einen Seite winklig gebogen und dort zwischen die Platten einer, das äussere Ende der Röhre überspannenden, thierischen Membran befestigt, auf der anderen Seite trägt er eine Platte, welche einer dünnen Kautschoukmembran aufgeschraubt ist; diese Platte scheidet das innere der Röhre vom Wasser und steht der Nadel gegenüber. Man hört im Wasser den Ton deutlich, wenn ein Horn vor der Röhre geblasen wird, besonders deutlich, wenn man die Membran des Hörrohres der Platte gerade gegenüber hält. Auf der Oberfläche des Wassers entsteht bei dem Tone keine Bewegung. Wenn man nun mit einem Klapphorn vor dem Tympanum die Scala blasen lässt und den Chordenansatz eines Haares fixirt, so bemerkt man, wie derselbe bei gewissen Tönen undeutlicher wird und die Chorda nicht mehr sich scharf einstellen lässt, während bei einem anderen sogar das ganze Haar in seinen unteren Theilen bis zum Zahn hin so stark erzittert, dass Nichts mehr deutlich wahrgenommen werden kann. Sobald der Ton aufhört, hört die Bewegung gleich auf; sollte nicht schon das Wasser allein als guter Dämpfungsapparat wirken?

Fixirt man bei demselben Ton ein anderes Haar, so wird dies in der Regel völlig ruhig gefunden oder nur schwach schwingen. Dieses ist dann wieder durch einen anderen Ton der Scala zu stärkeren Schwingungen zu vermögen. Dass mehrere Töne auf ein Haar zu wirken vermögen, erklärt sich vorläufig aus den Erfahrungen von *Helmholtz*, dass in jedem Instrument mehrere Töne zugleich erklingen. Ein Beispiel des Verhaltens dreier Haare desselben Thieres setze ich hierher, der Werth der Note giebt die Stärke der Schwingungen an; dass alle anderen Töne das Haar gänzlich in Ruhe liessen, soll nicht damit gesagt werden, da überhaupt die Schätzung der Stärke schwächerer Schwingungen unsicher ist.

Erstes Haar zweites Haar drittes Haar



1) Von Herrn Mechaniker *Heustreu* hier geschickt angefertigt.

Vorstehende Angabe enthält gewiss noch Fehler mancherlei Art, sie wird ihren Zweck erreicht haben, wenn sie zu weiterer Prüfung führt. Spirituspräparate dürften dazu verwendbar sein.

Wie aber wird durch die Schwingung des Haares der Nerv erregt? Es kommen nur zwei Möglichkeiten in Frage, entweder leitet die Chorda die Schwingungen nur passiv an die Ganglienzelle heran, um diese zu erregen, oder sie enthält genügend nervöse Theile in sich, um selbst erregt zu werden. Das erstere scheint unwahrscheinlich, weil gerade die Chorda an den Ganglienzellen so ganz allmählich unsichtbar wird, dort also am allerwenigsten ihre Eigenschaften als Chitinstrang wird entwickeln können; auch ist ja in manchen Fällen (Fig. 31) die Chorda wohl zehnmal länger, wie das für den Haarwechsel erforderlich wäre; ein Verhalten, das freilich überhaupt räthselhaft bleibt.

Im anderen Falle könnte man sich die Erregung als dadurch entstehend denken, dass die Chorda, die bis in das Parenchym hinein zu erzittern pflegt, durch die Stösse und Risse, die ihr die schwingende Lingula ertheilt, erregt werde, besser aber noch, dass eine Dröhnung in ihr entsteht, welche, wie wir an uns selbst täglich erfahren können, überhaupt die sensibeln Nerven recht intensiv erregt.

Präparationsmethode.

Es will mir, wenigstens nach dem Schluss der Arbeit, vorkommen, als wenn es keiner besondern Geschicklichkeit bedürfen werde, um meine Präparate zu erzielen.

Freilich ist mein Verfahren wohl in so fern von dem gewöhnlichen abweichend, als ich recht gern und viel mit dem pankratischen Ocular bei 50 maliger Vergrösserung arbeite. Denn abgesehen davon, dass man stets gemahnt wird, scharfe und reine Instrumente zu halten, ist es ein Vortheil, die Entstehung und Lagerung seiner Präparate genau überwachen zu können und namentlich den Transport von einem Stativ zum anderen zu ersparen. Die Entfaltung der Gehörsäcke meiner oft sehr kleinen Thiere würde ich unter der Lupe kaum mit der Sicherheit haben bewirken können, die mir z. B. beim Zählen der Haare die Ueberzeugung gab, dass im Präparate kein Theil des Sackes abhanden gekommen sei u. s. w.

Ausserdem sah ich mich für die Anfertigung mancher meiner Querschnitte, zur unverletzten Befreiung der organischen Otolithen u. s. w. genöthigt, ein Instrument herzustellen, welchem, wenn es in allgemeineren Gebrauch kommen sollte, ich den Namen »Querschnitter« zu geben bitte. Bei demselben kommt nun einmal das Prinzip in Anwendung, nach welchem man mit dem Rasirmesser Retinaschnitte verfertigt und zweitens dasjenige der Brodmesser in grösseren Anstalten; beide wurden combinirt zu einem Apparat, mit dem man bei umgekehrtem oder

aufrechtem Bilde unter dem Mikroskop bis zu 100maliger Vergrösserung hin Schnitte führen kann.

Der Apparat besteht aus zwei durch eine Stange mit einander verbundenen Messingplatten, die an den Mikroskoptisch angeschroben werden, welche Stangen tragen, zwischen denen ein Messer läuft. Letzteres, welches so geschliffen ist, dass der Querschnitt desselben nicht ein gleichschenkliges, sondern ein rechtwinkliges Dreieck bilden würde, steht so, dass man von oben herab noch auf der einen Seite die Schneide mikroskopiren kann. Auf der rechten Seite läuft es zwischen zwei platten Stäben, die einzig nur die verticale Bewegung gestatten, auf der anderen Seite ist es durchbohrt und dreht sich um eine Axe. Die Durchbohrung ist jedoch kein Loch, sondern ein derartig gekrümmter Schlitz, dass wenn die etwas convexe Schneide des Messers über den Objectträger läuft, sie ohne zu schneiden einzig durch Druck wirkt. Für die Regulirung dieses Druckes sorgt eine Feder. Mit diesem Messer kann ich beliebig oft genau denselben Schnitt wiederholen, wodurch im Grunde einzig der Zweck der Einrichtung erfüllt wird; kleine Seitwärtsbiegungen des Messers kann man zwar künstlich machen, aber wenn es zuweilen auch recht gut passt, sollte es doch eigentlich nicht sein. Wichtig ist, dass das Messer in jeder beliebigen Lage stehen bleibt, man kann mit einem Hiebe den Schnitt führen oder auch mit steten Unterbrechungen, das Object immer in die Lage rückend, wie man es haben will. Dadurch, dass die kleinen Theilchen Neigung haben auszuweichen, entsteht, wie für jeden Schnitt, so auch hier eine Schwierigkeit, in der Regel kann man durch möglichste Entfernung der Flüssigkeit das Object sicher legen, für gewisse rundliche Objecte, z. B. die Antennen, findet sich ein zweites ganz stumpfes Messer, welches ausser der verticalen noch eine horizontale Verschiebung zulässt, mit dem man selbst ganz kleine Objecte fixiren kann, wenn sie überhaupt einen Druck vertragen. Ich habe dies Messer sehr brauchbar gefunden und möchte es nicht wieder entbehren[1]).

Dass ich dies Instrument hier besprechen musste, ist klar, es zu empfehlen ist nicht meine Sache, auf jeden Fall darf man nicht sicher erwarten, Querschnitte von zähem Bindegewebe oder Aehnlichem damit zu gewinnen.

Besondere Reagentien habe ich nicht angewandt.

Sollte die vorliegende Arbeit der Wissenschaft einigen Nutzen gewähren, so darf es gerühmt werden, dass namentlich *Leydig*'s Arbeiten über die Articulaten und *M. Schultze*'s bahnbrechende Untersuchungen über

1) Instrumentenmacher *Beckmann* hier hat um die Ausbildung des Querschnitters sich grosse Verdienste erworben, was um so mehr Anerkennung verdient, als erst nach recht vielen Proben das Instrument den jetzigen ziemlich befriedigenden Grad der Vollkommenheit erreicht hat.

das Labyrinth der Fische für diese Studien als eine Conditio sine qua non zu betrachten sind.

Im Allgemeinen ist noch meine Arbeit dadurch begünstigt, dass hier täglich mit Sicherheit und in Fülle Material zu bekommen ist, ein Umstand, der nicht hoch genug für histiologische Untersuchungen anzuschlagen ist. Auch das ist hervorzuheben, dass wir hier in dem Zeichner, Herrn *Wittmaack*, eine Stütze finden, wie man sie kaum an anderen Seeplätzen haben dürfte.

Anhang.

Während des Druckes wurden noch einige Vermehrungen und Verbesserungen gewonnen. Die Gehörapparate von Galathea strigosa und Calappa granulata konnten noch an Spiritusexemplaren untersucht werden.

Galathea ähnelt sehr der Porcellana. Der Hörsack ist geschlossen, dieselben starken Haare wie bei P. sitzen äusserlich auf der Antenne. In den Sack springt ein beilförmiger »Hammer« stark vor, und theilt ihn in zwei Hälften, ein Recessus mit Drüsenporen ohne Otolithen und ein Haarbuckel waren nachzuweisen. Von Hörhaaren, 68 an Zahl, finden sich drei Arten.

Die eine besteht aus nur 7 Haaren, welche den 9 ungefiederten von P. entsprechen. Sie sind sehr dickwandig, glänzend und mit ausnehmend zarten Fiedern versehen; 0,3 mm. lang.

Die zweite Art wird durch 24 Fadenhaare gebildet, die in einer 1,125 mm. langen Linie aufgestellt sind, ihre Länge beträgt nur 0,083 mm.

Die dritte Art sind 37 Haare, welche in einfacher Linie am Recessus hinlaufen, und am Ende sich in mehrfacher Reihe anhäufen. Sie sind gefiedert und ca. 0,15 mm. lang.

Alle Haare entspringen aus einem Haarbecher.

Calappa. Dieser aus der noch nicht untersuchten Familie der Rundkrabben stammende Krebs lehnt sich in bemerkenswerther Weise an die Bogenkrabben an. Der Hörsack ist geschlossen und zeigt die Halbcanäle, Buckel, Recessus und eine Art Hammer ganz wie jene. Ebenso sind die gewöhnlichen drei Arten Haare, 232 an Zahl, wieder zu unterscheiden. Wir haben 57 Hakenhaare, 55 Fadenhaare von 0,21 mm. Länge und 120 Gruppenhaare von 0,075—0,15 mm. Alle diese Haare verhalten sich so wie jene von Carcinus maenas.

Zu den Hörhaaren vom Hummer, deren ich 548 zählte, habe ich (mir ging seiner Zeit das Material aus) noch Nachträge zu machen. Es

fiel die Form des Sackes, der in seinen hinteren Theilen zu Halbcanälen ausgebuchtet ist, mir so auf, dass ich mit der festen Ueberzeugung, hier noch weitere Haarformen finden zu müssen, von Neuem untersuchte. Ich fand, dass von dem medialen Anfang der Otolithenhaare bis zum hinteren, als Cochlea bezeichneten Ende wirklich Fadenhaare stehen. Es sind ihrer 80 meistens in zwei Reihen stehende 0,544—0,788 mm. lange, 0,007—0,009 breite, platte gefiederte Härchen, welche frei auf einer Haarkugel stehen. Eine Lingula ist deutlich zu erkennen.

Otolithenhaare finden sich im Ganzen 468, von denen aber 270 der kleinsten allein auf die zwischen die Otolithen hinein vorspringende Zunge kommen. Alle diese Haare bilden nach ihrer Grösse eine Reihenfolge, welche die Kluft zwischen den kleinsten etwa 0,14 mm. langen und den grössten 0,72 mm. messenden Haaren ausfüllt.

Bei Mysis habe ich noch an den rudimentären Abdominalflossen Hörhaare beobachtet. Die Nerven dafür gehen nicht selbst in die Flossen, sondern schicken vom Abdomen aus die Chorden in sie hinein. Bei einer nicht näher bestimmten wasserklaren Mysis[1]) verfolgte ich die einzelnen Primitivfasern bis in die Bauchganglien hinein, doch konnte ich nicht ihre Verbindung mit den sehr blassen Ganglienzellen selbst ausmachen. Wir haben hier also eine weitere Ausdehnung des ohnehin schon nicht kleinen Gebietes der Hörhaare, dennoch muss ich behaupten, ganz unter der Logik der objectiven Befunde geblieben zu sein.

Ich habe noch die Otolithenblasen von Tellina solidula und Solen pellucidus untersucht. Der von Mya beschriebene Cuticularring war nicht nachweisbar, aber auch hier konnte ich nicht die Otolithenhaare darstellen, jedoch ergab sich so viel, dass dieselben sich keinesfalls in den Stein einbohren können, da dieser in unverletzter Blase völlig um seine Axe rotiren kann.

1) Podopsis. Der Otolith ist von *van Beneden*, Recherches sur la Faune littorale de Belgique, gezeichnet und besprochen.

Erklärung der Abbildungen.

Wiederkehrende Benennungen sind:

ε Otolithen.
ξ Membran des Hörsackes.
η Otolithenhaare.
ϑ Freie Hörhaare.

Die einzelnen Theile der Haare werden mit deutschen Lettern bezeichnet und zwar:

𝔟 Balken.
𝔠 Chorda.
𝔣 Fiederseite des Haares.
𝔤 Gegenzahn.
𝔥 Haarbecher.
𝔨 Kugelmembran des Haares.
𝔩 Lingula.
𝔫 Narbe.
𝔭 Porencanal.
𝔷 Zahn.

A. Otolithen.

Fig. 1. Ein Stück aus der Wand des Gehörbläschens vom Hummer. ε Sand, *a* gelber verdickter Streifen der Membran, der als Wulst rings den dünnwandigen Raum umgiebt, auf dem die Steine liegen, 𝔠 Nervenstreifen, welche genauer auf die Porencanäle zulaufen sollen; η, η', η'', η''' erste, zweite, dritte, vierte Reihe von Hörhaaren, die grösstentheils in die Steine hinein sich erstrecken, 𝔭 Porencanal, 𝔨 Kugelanschwellung des Haares. Vergrösserung 75 Mal.

Fig. 3. Linke innere Antenne von Hippolyte sp.? von unten gesehen. ε der Stein, in dessen Mitte die Höhlung leicht kenntlich ist. Neben dem Stein findet sich ein Nebenstein als Anhang, η die Haare, die in den Stein hineingehen, ξ die Wand der Hörblase, die hinten, so weit sie punktirt ist, nicht deutlich zu erkennen war. *a* eine kleine Hervorragung der Wand nach aussen mit undeutlichen Faltungen. ϑ freie Hörhaare am Ende des ersten Antennengliedes, die erste Querreihe bildend, *b* zweites Antennenglied, *c* Seitendorn. 300 Mal vergrössert. Präparat im Besitze der Kieler Anatomie. (P. d. K. A.)

Fig. 4. Otolith von Mysis spinulosus mit anhängender Membran des Cavum auris. ε mediale Seite des Otolithen, ξ Membran des Sackes, η Hörhaare. *a* Kern des Steines, *b* äussere Trennungslinie, *b'* innere Trennungslinie, *c* Linien der Grundschichtung, sie sind meist schärfer und dichter zu sehen wie hier,

d Linien der Specialschichtung, *e* Reflexlinien, *f* Löcher, welche die Haare an ihrer Eintrittsstelle in den Stein gebildet haben. f Kugel des Haares, l Ende der Lingula, von wo an das Haar glatt und blass wird. 600 Mal vergrössert. P. d. K. A.

Fig. 5. Schwanzanhang von Mysis von der Seite gesehen. *ε* Otolith, *ξ* Membran des Hörsackes, *η* Haare des Otolithen, *a* Kern des Otolithen, *b* Trennungslinie, *c* Kuppel, *d* die Ohrhöhle, die sich nach der Peripherie zu in eine Spitze *d'* auszieht, *e* der Haarbuckel, *f* der Nerv, *g* Abdomen, *h* äusserer Schwanzanhang. 75 Mal vergrössert.

Fig. 6. Mysis spinulosus.

A Ein Bruchstück des Otolithen; man sieht auf der Oberfläche bei *a* die Punktirung, bei *b* die radiäre Streifung und krystallinische Anordnung.

B zeigt das seltenere Aussehen der Oberfläche des Steines, drusig oder als wenn Zellen sich darauf abgedrückt hätten. 400 Mal vergrössert.

B. Hörsack.

Fig. 7. Membran des Hörsackes vom Hummer, von der Stelle genommen, wo die Steine lagern.

A von der Fläche gesehen, *a* die gröberen Porencanäle, welche, wahrscheinlich Drüsenausführungsgängen angehörend, die Membran durchbohren, *b* die Fäden, welche von diesen Canälen auslaufen.

B Querschnitt von derselben Stelle, die Benennung ist dieselbe, *c* die Chitinogenzellen. 400 Mal vergrössert.

Fig. 8. Hörsack von Crangon. *ε* die Steine, *ξ* Wand der Ohrhöhle, *a* Saum des Höhleneinganges, *b* Schutzhaare desselben, *c* Einbuckelung der Wand nach innen, auf ihrer Kante Andeutungen der Hörhaare. 75 Mal vergrössert. P. d. K. A.

Fig. 9. Haut des rechten Schwanzanhanges von Mysis, um die Rinne zu zeigen, welche der Einstülpung des Otolithensackes entspricht.

A von der Bauchseite gesehen. *ε* der Otolith, *ξ* der Otolithensack, *a* die äussere Wand des Schwanzanhanges, *b* die Einfaltung derselben, *c* der scharfe Rand der Einfaltung, *d* die Linie, welche den Haarbuckel begrenzt.

B Dasselbe Präparat von der Rückseite, die Bezeichnungen sind dieselben. 300 Mal vergrössert. P. d. K. A.

Fig. 10 Querschnitt der Höhle von Mysis in der Linie geführt, welche die beiden Pfeile in Fig. 9 *A* mit einander verbinden würde, von einer abgeworfenen Haut genommen, deren Kalksalze entfernt waren. *ε* Reste des Otolithen, *ξ* Membran des Otolithensackes, *η* Hörhaare, *a* äussere Wand des Schwanzanhanges, *b* die Einfaltung derselben, man sieht wie die von der Unterseite kommende Wand sich in das Innere des Schwanzes noch ziemlich dick hineinbegiebt und hier mit weiter Schwingung umbiegt, um den gleichfalls dickwandigen Haarbuckel *e* zu bilden. Die dicke Membran hört dann bei *d* auf, wo die Linie sich findet, welche den Haarberg begrenzt, und geht in den dünnwandigen Membrantheil des Sackes über, der jedoch zerrissen ist. Das andere Ende findet sich bei *ξ'* als Fortsetzung des Rückentheils des Schwanzanhanges, *f* die innere untere Wand des Anhanges, die auffällig dünn ist, *g* räthselhafte aber constante zapfenförmige Auswüchse. Die Vergleichung derselben mit gewissen Haaren des Endwulstes der inneren Antenne führt zu einem komischen Resultat. 400 Mal vergrössert.

Fig. 11. Innere Antenne von Carcinus maenas von oben gesehen. *a* äussere Antenne, *b* dunkle Lamelle des Basalgliedes der inneren Antenne, *c* weisse von dem Kopfstück bedeckt gewesene Lamelle, *d* die Einstülpungslinie, Grenze zwischen weisser und dunkler Lamelle, *e* Trichter. 5 Mal vergrössert.

Fig. 12. Laterale Seite der linken Antenne. *a* Gelenk zwischen äusserer und innerer Antenne, *b* dunkle Lamelle, *c* weisse Lamelle, *d* Einstülpungslinie, *f* Einfaltung der Grenzlinie, *g* verdickte Antennenwand zum Ursprung des Hammers. Vergrösserung ca. 5 Mal.

Fig. 13. Ansicht der oberen Antennenwand der linken Seite von innen. *a* laterale vordere Seite, *b* mediale Seite. Der Hörsack ist von der Leiste, an welcher er hängt, abgetragen und man sieht diese selbst *d* genauer, *e* der Trichter, *f* das Ende der Leiste, dahinter verborgen liegen Alveus und Gruppen-Haare. 10 Mal vergrössert.

Fig. 14. Die Schale von Carcinus von unten gesehen, die inneren Antennen geöffnet und von Weichtheilen befreit. *a* rechte äussere Antenne, *ζ* ungeöffneter Hörsack der rechten inneren Antenne; man sieht den oberen medialen Halbcanal bei *e*, den unteren bei *h*, den Alveus communis bei *i*, den Buckel bei *k* und unter diesem als dunklen, nach aussen zu laufenden Strich, den oberen lateralen Gang. In der linken Antenne sieht man bei *l* die vorspringende starke Leiste, welche der Grenze entspricht, ferner bei *m* den Hammer, dessen Stiel nach der Mittellinie und etwas nach hinten zu geht, sein Kopf liegt bei *n* und von hier aus läuft sein kurzer Fortsatz nach rückwärts. Lateral und vorwärts davon liegt der Alveus communis und eben dort die Gruppe platter Hörhaare (Gruppenhaare). Jenseits *l* findet sich die schwache Rinne für den oberen medialen Halbcanal, diesseit *m* eine ähnliche für den unteren, und zwischen den beiden Bildungen der obere laterale Halbcanal. 5 Mal vergrössert.

Fig. 15. Der Hammer der rechten Seite von unten gesehen. *α* äussere Antennenwand, *ξ* Wandung des Hörsackes, *n* Kopf des Hammers, *o* kurzer Fortsatz des Hammers, *p* Stiel des Hammers, in diesem verdünnte Stellen, *ϑ* Platz der Hörhaargruppe. 10 Mal vergrössert.

Fig. 16. Aeusseres Stück der Antenne der rechten Seite in einer Linie durchschnitten, welche von der hinteren lateralen zur vorderen medialen Ecke hingeht, *a* hintere Kante der lateralen Antennenwand, *b* obere Wand, dunkler Theil, *c* obere Wand, weisser Theil, *d* Einstülpungsleiste, *m* Hammer, *e* medialer oberer, *h* unterer, *g* lateraler oberer Halbcanal. 5 Mal vergrössert.

C. Otolithenhaare.

Fig. 17. Haar aus dem Otholithensacke vom Hummer von der Seite gesehen, aber die Spitze aus der Focalebene heraustretend. *ξ* Membran des Hörsackes, 𝔭 der Porencanal, 𝔨 Membran der Haarkugel, 𝔷 Zahn, 𝔣 Fiederseite des Haares, 𝔩 Lingula, 𝔠 die Chorda, welche sich an die Lingula ansetzt, im Porencanal aber nicht mehr im Gesichtsfelde zu behalten war; das Haar ist wie man sieht, gefiedert, und enthält im Inneren jene Masse, welche *Farre* als Nervengranula beschreibt. 500 Mal vergrössert.

Fig. 18. Theile von Hummerhaaren.

A. Basis des Haares, um die Streifung zu zeigen. 𝔣 die Fiederseite des Haares, 𝔷 der Zahn, 𝔩 die Lingula, 𝔨 die Membran der Haarkugel mit ihrer Streifung.

B. Das Haar, die Fiederseite dem Beobachter abgewandt. 𝔩 die Lingula, sie ist in der Mitte nicht scharf begrenzt, wie das gewöhnlich bei ganz platt liegenden Haaren der Fall ist, weil dann das Ende vom Beobachter etwas abgebogen ist.

C. Zwei Haare bei kleiner Vergrösserung. Sie sitzen noch der Membran des Sackes *ξ* an, man sieht die Kugel 𝔨 des Haares und namentlich wie sich die Lingula 𝔩 als dunkler Strich bis zur Mitte des Haares hinauf erstreckt und bei *a* endet.

D. Das Mittelstück eines Haares auf der Seite liegend, so dass man das Ende der Lingula (𝔩) sieht, bei *a* findet sich ein Knoten auf derselben.

E. Zwei Querschnitte eines Hummerhaares. *a* der Basis ganz nahe, *b* dicht vor dem Ende der Lingula, 𝔩 die Lingula, 𝔣 die Fiederseite des Haares, die sich beträchtlich verdickt erweist.

F. Mitte eines Haares, wo die Fiederhärchen deutlich in gesonderten schrägen Reihen angeordnet sind. Ausser *C*, das 75 Mal vergrössert ist, sind die übrigen Haare bei 600maliger Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 19. Zerbrochener rechter Hörsack von Crangon, um die Hörhaare zu zeigen. *a.* die Begrenzung der Oeffnung des Sackes, *b* die Schutzhaare, ξ die Membran des Hörsackes, *c* der Haarbuckel mit η den Haaren, *d* das Seitenblatt der Antenne. 75 Mal vergrössert. P. d. K. A.

Fig. 20. Haare aus dem Hörsack von Crangon; 𝔷 Zahn, 𝔤 Gegenzahn, 𝔩 Lingula bei dem einen von der Kante, bei dem anderen von der Fläche gesehen, 𝔨 die Haarkugel. 400 Mal vergrössert. P. d. K. A.

Fig. 21. Querschnitt des Otolithensackes von Palaemon in der Richtung geführt, welche die Pfeile Fig. 31 verbindet. Das Präparat ward einem P. antennarius entnommen, welcher über Harnsäurekrystallen gehäutet hatte, die Krystalle sind jedoch entfernt, ebenso die Weichtheile der Antenne, es blieb jedoch an den Hörhaaren die schwarze Masse haften, die vielleicht als Secret des Thieres zu betrachten ist, und in dieser einige Steine, die weit fester anhafteten, wie die Harnsäure. Der Schnitt musste körperlich gezeichnet werden, die schärferen Contouren der Wände entsprechen der peripherischen Schnittfläche. *a* mediale Antennenwand, leider zerbrochen und daher etwas aus der Lage, die entsprechende Bruchfläche liegt bei *a'*. *b* laterale Antennenwand, *b'* der Seitendorn und obere Lamelle der Klappe, *c* untere Lamelle der Klappe, welche an eine dunklere Linie *c'*, den Rand der Sacköffnung herangeht; dann setzt sie sich weiter direct in die Wandung des Otolithensackes ξ fort. Auf der Unterseite des Sackes findet sich eine Art Buckel, um den herum die Haare η stehen, diese gehen in die schwarze Masse ε winklig hinein und tragen dieselbe, die nirgends den Boden berührt. In der Otolithenmasse sieht man neben den Steinen ε' noch hellere nicht weiter zu enträthselnde Substanzen und einige ganz schwarze krystallinische Bildungen ε''. 300 Mal vergrössert.

Fig. 22. Einzelne Hörhaare von Palaemon.

A. Von der Fläche gesehen. ξ die Membran des Sackes, η die Hörhaare, dieselben gehen weniger stark rückwärts, wie es der Figur nach erscheint. 𝔭 langgestreckter Porencanal, der wie schräg abgesetzt endet, dies Ansehen wird jedoch durch den Zahn hervorgerufen. 𝔨 die Kugelmembran. 500 Mal vergrössert.

B Das Haar von der Seite gesehen, doch dem Beobachter ein wenig zugedreht. 𝔭 Porencanal, 𝔷 Zahn, 𝔣 Fiederseite des Haares, 𝔩 Lingula, an deren Anhang ein starkes Knötchen sich befindet. An dieses Knötchen tritt als sehr feines Fädchen die Chorda heran, die man in der Haarkugel 𝔨 erkennen wird. 500 Mal vergrössert.

C. Ein Haar von der Lingulaseite aus gesehen. Die Lingula selbst sieht man nur bei *a* mit ihrem Knötchen dort, da sie schmaler ist, wie das ganze Haar, sehr deutlich scheidet sich bei *b* das Haar in einen dünn- und dickwandigen Theil. 900 Mal vergrössert.

D. Ende eines Haares, namentlich um die Narbe 𝔫 zu zeigen, die sich seitlich an der Haarspitze zeigt. 900 Mal vergrössert.

Fig. 23. Haare des Otolithen von Mysis.

A. Grosses Haar in Lage; in den Stein ε hineingehend. ζ die Membran

des Otolithensackes, $\mathfrak{z}$ Zahn mit halbringförmiger Base entspringend, $\mathfrak{b}$ Balken, $\mathfrak{g}$ Gegenzahn, $\mathfrak{l}$ Lingula, $\mathfrak{k}$ Membran der Haarkugel, $\mathfrak{c}$ Chorda.

B. Zwei Haare von ihrer Concavität aus gesehen, das eine hat sich etwas gedreht, so dass man das Ende der Lingula recht deutlich sieht, bei dem anderen wird dasselbe durch den davor liegenden Balken etwas verdickt.

C. Ein grosses Haar etwas geknickt, man sieht namentlich die Stelle, wo die Lingula aufhört, scharf geschieden.

D. Ein kleines Haar von der Seite gesehen.

E. Kleine Haare, wenig Stunden nach der Häutung präparirt, in stark gestreckter Lage nach dem Stein ε gehend. Sie sind sehr blass, so dass die Kugel nicht gesehen wird. Bei $\mathfrak{n}$ die eigenthümlichen Knoten des Endes. 500 Mal vergrössert.

Fig. 24. *A.* Otolith von Gobius (minutus?) vom Rachen her gesehen, ε der Stein, ξ die Wand der Höhle, η die Haare, welche an dem vorderen Ende nicht mehr an den Stein selbst, sondern an eine Blase ε', in welcher der Otolith zu liegen scheint, gehen. *a* verticale Stelle des Epithels. 400 Mal vergrössert.

B. Randkörper einer hiesigen Eucope. ε der Otolith, ε' die Otolithenzelle, hie und da kernartige Verdickungen der Wand zeigend, η Haare des Otolithen, *a* verdickter Saum der Hörblase an der centralen Seite gelegen. Auch hier gehen einige Haare nur noch an die Membran des Steins. 600 Mal vergrössert.

D. Freie Hörhaare im geschlossenen Raum.

Fig. 25. Zoëa von Carcinus maenas von unten her gesehen, α äussere Antenne, *b* rechte innere Antenne, tief eingestellt, *c* linke innere Antenne, flach eingestellt, *d* Antennenhöhle, ε Otolithen, η die Haare, welche die Otolithen tragen, ϑ Haare, welche frei in die Höhle hineinragen, *e* Haarberg oder Buckel. 300 Mal vergrössert.

Fig. 26. Die mediale Wand des linken Otolithensackes von Carcinus maenas von innen her gesehen.

ξ Membran des Hörsackes, ξ am unteren medialen Halbcanal, ξ' am oberen medialen Halbcanal, ξ'' an der äusseren Kante des Sackes. *a* Buckel *b* Stelle mit Drüsenporen am Otolithenplatz, ϑ Hakenhaare, ϑ' Hakenhaare um den Otolithenplatz, ϑ'' Fadenhaare, durch den Schnitt mannichfach aus ihrer Richtung gebracht, $\mathfrak{h}$ Haarbecher in langer einfacher Reihe angeordnet, jeder sein Haar tragend. 100 Mal vergrössert.

Fig. 27. Hakenhaare aus dem Hörsack von Carcinus maenas.

Das Haar von oben gesehen, etwas liegend. ξ Membran des Hörsackes, ϑ das Haar, $\mathfrak{h}$ Haarbecher und Porencanal eines abgerissenen Haares, $\mathfrak{z}$ Zahn, $\mathfrak{l}$ Lingula 400 Mal vergrössert.

Fig. 28. Fadenhaare.

A. Das Haar platt liegend. ξ Sackmembran, ϑ das Haar, $\mathfrak{z}$ der Zahn, $\mathfrak{h}$ der Haarbecher, *a* die gefiederte Haarspitze, *b* die Nebenspitze.

B. Querschnitt des Otolithensackes, so dass man das Haar ϑ von der Seite sieht. Das Stück, von dem der Schnitt gemacht ward, hängt noch an und man sieht in diesem ($\mathfrak{h}$) die Becher für zwei weitere Haare. Ihre Richtung, verglichen mit der des Schnittes, ergiebt, dass wir das Haar nicht ganz scharf von der Seite sehen können. Am Querschnitt erkennt man, wie in die Oberfläche der Membran hinein eine Höhlung, der Becher gegraben ist, an welche von unten her der Porencanal $\mathfrak{p}$ sich einmündet, auch sieht man, dass der Zahn ($\mathfrak{z}$) ein klein wenig über die Fläche vorragt. 400 Mal vergrössert.

C. Die Membran ξ des Buckels von der Fläche gesehen. Ein fremder Körper (*a*) hat sich unter dieselbe geschoben, wodurch sie gefaltet wird. Ein Riss der Membran tritt unmittelbar an den Becher des einen Haares heran und hat ihn so abgespalten, dass die dünne Kugelmembran f, auf der das Haar ruht, gesehen wird. An drei anderen Stellen sind die Haare abgerissen, man erkennt die Becher und in ihnen die excentrische Oeffnung des Porencanals p, die verdeckt wird, wenn noch das Haar da ist. 400 Mal vergrössert.

Fig. 29. Gruppenhaare aus der Ohrhöhle von Carcinus maenas.

A. Von der Fläche gesehen, aber durch ein Deckglas ein wenig gedrückt. Man erkennt an der Form einiger etwas gedrehter Haare, dass dieselben stark abgeplattet sind. An der Basis erkennt man eine wenig entwickelte Haarkugel und hin und wieder auch das Ende der Lingula.

B. Haare, an Querschnitten etwas von der Seite gesehen. Das Haar ϑ ist in dem unteren Theile rundlich, die Lingula l ragt frei in den Porencanal etwas herein, dessen Rand nur scheinbar an sie herantritt. z Der etwas vorragende Zahn, c die Chorda. 400 Mal vergrössert.

E. Hörhaare der Körperoberfläche.

Fig. 30. Die Haare unter günstigen Bedingungen gesehen.

A. Haare von der ersten Querreihe der inneren Antenne von Palaemon antennarius an einem Querschnitt, Häutungspräparat. Das Haar ist etwas nach rückwärts zum Kopfe hin gebogen. *a* Membran der Antenne, *b* Ring des Porencanals, z Zahn, g Gegenzahn, f Membran der Haarkugel, l Lingula.

B. Haar aus dem Schwanze von Mysis von der Lingulafläche aus gesehen. *a* Membran des Schwanzes, p Porencanal, c Chorda.

C. Haar aus dem Schwanze von Mysis von der Seite. g Gegenzahn.

D. Haar von der inneren Antenne von Mysis, Häutungspräparat. *a* Haut der Antenne, *b* Ring des Porencanals, f′ die zarte Membran, welche den Zahn und Gegenzahn von einander trennt, *c* eine Verdickung an der Lingula. 500 Mal vergrössert. P. d. K. A.

Fig. 31. Erstes Glied der linken inneren Antenne von Palaemon antennarius von oben gesehen. *a* Die Wand der Antenne, *b* der nach aussen liegende Seitendorn, ξ die Hörblase, *d* die Oeffnung derselben, *e* die diese bedeckende Falte, *f* die Stelle, wo sich die Falte auch von der Fläche der Antenne erhebt, *η* der Zirkel von Hörhaaren am Grunde der Blase, welcher die Steine trägt, *g* Muskel, *h* Schwimmhaare, *h′* Fiederhaare zwischen den Hörhaaren, ϑ freie Hörhaare, innere Basalgruppe, ϑ′ äussere Basalgruppe, ϑ″ Gruppe des Seitendorns, ϑ‴ vordere Basalgruppe, ϑ⁗ erste Querreihe der Hörhaare. Weil man die Haare gerade von oben sieht, zeigen sie sich wenig charakteristisch, mit Ausnahme einiger Haare des Seitendorns. *l* innerer Nerv der Antenne, *m* mittlerer Nerv der Antenne, *n* äusserer sehr kurzer Nerv, der auch einen Ast zur Hörblase absendet, in ihm sieht man Kerne, die den Endganglienzellen angehören, c die Nervenchorden der Seitendorngruppe, c′ die ausserordentlich langen Nervenchorden, die zu der ersten Querreihe gehen; ihr Ursprung aus den Ganglienzellen ist zum Theil sichtbar. Von dem mittleren Antennennerven geht noch eine kleine Anzahl von Chorden ab, die nur die vordere Basalgruppe versorgen. 300 Mal vergrössert.

Fig. 32. Das auf die vorige Figur (31) folgende Stück der Antenne, aber von einem Thier, welches dicht vor der Häutung steht. *a* Innere Antennenwand, *b* äussere Seitenlamelle, *c* Muskeln, *d* Bindegewebszellen, *e* ungefiederte Tasthaare, auch mitten unter den Hörhaaren stehend, *f* gefiederte Schwimm-

haare, ϑ'''' zweite Querreihe der Hörhaare, ϑ''''' Endwulst der Hörhaare, *l* innerer Antennennerv, *m* mittlerer Antennennerv, m' zu den Haaren abgehende Aeste desselben, die mit Endganglien versehen sind, von dort sieht man die Chorden zu den Haaren hingehen; die Gruppe m'' kommt sehr aus der Tiefe, wo sie sich um einen dort liegenden, aber nicht mitgezeichneten Muskel herumschlägt; es ist überraschend, wie constant dieses Lagerungsverhältniss vorgefunden wird. Der mittlere Antennennerv verläuft noch weiter zu den Ganglienzellen des Endwulstes, wo er, trotz seiner im Verhältniss zu der Haarzahl grossen Dicke, zu enden scheint. Neben diesem Haarwulst vorbei in den äusseren Zweig der Antenne sieht man bei *o* den Zellenwulst der Riechhaare gehen, der sich bei günstigen Präparaten weit in das Basalstück der Antenne zurückverfolgen lässt bis o'. Ueberall auf der Abbildung sieht man die Haartuben liegen bei *p*. Die Zurückziehung der neuen Antennenhaut von der alten zeigt sich deutlich bei *q*. 300 Mal vergrössert.

Fig. 33. Aeussere Antenne von Palaemon antennarius, zweites Glied *a* Die äussere, *b* die innere Seite, *c* das Gefäss, in dem man einige Blutkörperchen erkennt, *d* der Antennennerv, welcher bei *e* einen Ast zu den Hörhaaren absendet. Dieser Ast bildet bei *f* Endganglien, von dort gehen die Chordae c an die Hörhaare ϑ, die man bei ϑ' von der Seite sieht, bei ϑ'' schräg. I Die Lingula, an die man überall die Chorda herantreten sieht, *g* Bindegewebszellen, *h* zusammengezogene Pigmentzelle. 300 Mal vergrössert.

F. Hörnerven.

Fig. 34. Nerven aus dem Schwanze von Palaemon antennarius, frisch. ϑ Hörhaar, auf der Membran des Schwanzes aufsitzend. Unter letzterer liegt bereits die neugebildete Haut, an der man sehr deutlich die Abdrücke von Zellen, Zellenwand und Intercellularsubstanz unterscheiden kann. Unter ihr erfolgt die Anlage eines neuen Hörhaars ϑ', welches von der Chorda c durchsetzt wird. Am Ursprunge der Chorda, bei der Ganglienzelle *b*, finden sich ziemlich constant einige unregelmässige Ansammlungen c'; die Chorda liegt in einem homogenen, scheinbar etwas varicösen Bande *e* eingeschlossen. Von der Ganglienzelle aus rückwärts gehen die Nerven *d* zu einem grösseren Stamme. An ihnen sieht man sehr deutlich Kerne *f* und erkennt zugleich eine Scheidung am Nerven in eine dicke Rindenschicht und eine mittlere Substanz. 400 Mal vergrössert.

Fig. 35. Varicöse Nervenfasern in dem Schwanze von Palaemon nach Behandlung mit sehr verdünnter $\dddot{C}r$. 400 Mal vergrössert.

Fig. 36. Theile der Nerven.

A. Nervenfasern aus dem Schwanze von Palaemon, etwas varicös geworden. ϑ das Hörhaar, c die Chorda, *a* die umgebende Parenchymmasse, die überall in gleicher Weise dem Nerven anliegt, aber, weil ohne Wichtigkeit, weggelassen ist, nur die Pigmentzellen, welche an zwei Orten die Bahn des Nerven kreuzten, sind mitgezeichnet, als die einzigen Gebilde, die die Continuität etwas undeutlich machen könnten. *b* Die Ganglienzelle, welche man nach der einen Seite zu in die Chorda undeutlich übergehen sieht. Sie besitzt in der Mitte einen deutlichen Kern. Von ihm aus gehen nach mehreren Seiten hin Cytoplasmastrahlen. *d* Die Nervenfasern mit Kernen bei d'. *e* Der Nervenstamm.

B. Ein Stück einer frischen Chorda aus dem Seitenblatt von Crangon. *a* Parenchym mit ziemlich deutlichen Zellen, c Chorda, c' das die Chorda umgebende Band. 400 Mal vergrössert.

Fig. 37. Haar vom Hummer. ʒ Zahn, f Haarkugel, l Lingula, f Fiederseite des Haares, c Chorda, an der Lingula mit einem kleinen, aber deutlichen Knötchen endend. 600 Mal vergrössert.

Fig. 38. Ein Stück des Otolithensackes vom Krebs. Zwei Haare η sind von ihren betreffenden Porencanälen losgerissen und hängen nur an den Chorden noch fest. *a* Die hellen Bandstreifen, die auf die Haare zuführen, *b* Stelle, wo die Otolithen lagern, p Porencanal, f Kugelmembran, c Chorda; diese ist bei dem Haare links, durch den Porencanal durch, in der Tiefe weiter verfolgt. Um dies deutlich zu machen, ist die Membran oberhalb des Fadens als weggeschnitten gezeichnet worden. An dem betreffenden Haare sieht man wie die Spitze geringelt erscheint. 400 Mal vergrössert.

Fig. 39. Haare von Crangon.

A. Zerzupft, so dass man die Chorda völlig isolirt aus dem Porencanal herausgehen sieht.

B. Die Hörsackmembran von ihrer unteren Fläche aus gesehen. η Ein Hörhaar. Aus dem Porencanal p kommt die Chorda, umgeben von einer körnig erscheinenden Masse, die in den Canal hineingeht. C̈r-Präparat. 400 Mal vergrössert.

G. Andere Haare der Cariden.

Fig. 40. Schwimmhaare des Schwanzanhanges von Mysis.

A. Mit Natron behandelt. *a* Die Haut des Schwanzes, *b* der Zahn, *c* die Lingula, *d* junges Haar.

B. Ein Haar von einem gleich nach der Häutung gestorbenen Thiere einige Stunden nach dem Tode. *a* Das Haar, *b* die Zellenmasse in demselben, *c* die Pigmentkörner, welche in dem Schwanze liegenden Pigmentzellen angehören. 400 Mal vergrössert.

Fig. 41. Kurze ungefiederte Haare von Palaemon.

A. Vom Schwanze. *a* Beginn des Porencanals, *b* Porencanal selbst, *c* Haarschaft.

B. Tasthaare der äusseren Antenne von Palaemon. Man sieht ein Haar *a* gerade von oben verkürzt, eins dagegen *b* etwas von der Seite, wobei sich die eigenthümlichen Linien *c* der Haarbasis deutlicher zeigen.

C. Antenne mit einem ganz seitlich aufsitzenden Haar. *a* Nerv, *b* Gefäss mit Blutkörperchen, *c* Venenraum neben dem vorigen, *d* das Haar, dessen Basis in den Antennenraum etwas hineinzuragen scheint, und an das ein Nervenfaden herantritt. 400 Mal vergrössert.

Fig. 42. Lange, ungefiederte Haare.

A. Haar der zweiten Querreihe der inneren Antenne von Mysis, Häutungspräparat. *a* Antennenhaut, die dort, wo die Hörhaare entspringen, ein wenig ausgebuchtet ist und an dieser Stelle auch fast alle an den übrigen Stellen sehr dicht stehenden Porencanäle verliert, ϑ die freien Hörhaare mit etwas niedriger Kugelmembran versehen, *b* ungefiedertes Haar, welches an der Basis gleichfalls eine Art Kugelmembran hat. In der Mitte des Haares findet sich bei *c* eine eigenthümliche Knickung; es liegt nahe anzunehmen, dass von dort nach der Kugelmembran eine Art Lingula gebildet ist.

B. Ein gleichfalls ungefiedertes, dickwandiges Haar von Palaemon, gezeichnet wie sich seine Contouren aus der homogenen Fläche hervorheben. 400 Mal vergrössert.

H. Wechsel der Haare.

Fig. 43. Schwimmhaare von Palaemon.

A. Vom Ende des Schwanzanhanges; das Thier stand ganz nahe vor der Häutung. Die Zeichnung ist nach zwei Präparaten gemacht, da von den beiden Haartuben rechts die Matrix erst zu entfernen war. *a* Die alte Schalenhaut, *b* der Haarschaft, *c* Spitze der Höhlung des alten Haares bis zu der das neue Haar hinangeht, *d* die neue Schalenhaut von der alten zurückgezogen, *f* neue Haare, an welchen man an mehreren Stellen die doppelte Membran, an den beiden rechts die Reihen der Ursprungsstellen der Fiederhaare erkennt, *g* die Spitzen der neuen Haare, durch den Raum zwischen den beiden Schalen hindurchgehend. An ihnen unterscheidet man einen Rand, der durch eine Reihe von Körnern, den Ursprungsstellen von Fiederhaaren, von einem mittleren Theil des Haares getrennt ist. Bei g' sieht man, dass die den äusseren Saum bildenden Fieder etwas auseinander gewichen sind. *h* Das homogene Band, welches aus dem Haar kommend sich nach rückwärts im Schwanze verliert. *i* Die Zellen, welche das Haar abscheiden. 500 Mal vergrössert.

B. Das Ende eines Haartubus, 1000 Mal vergrössert. Die Fiederhärchen stehen ein wenig zu dicht. *a* Einscheidender Theil des Haares, *b* eingescheideter Theil desselben, bei *c* Umbiegung des einen in den andern; man kann dort die Richtung der Fiederhärchen deutlich erkennen, weil der eingescheidete Theil, ein wenig zusammengedrückt, eine Längsfalte (*d*) geworfen hat; diese zeigt leichte Verdickungen, welche wohl der Lagerung der Bildungszellen entsprechen mögen.

C. Das Ende eines Haartubus nach 48stündiger Maceration mit $\dddot{\mathrm{C}}\mathrm{r}$ von 0,002%. *a* Die einscheidende Wand des Haartubus, *b* Umbiegungsstelle desselben in den eingescheideten Theil; man erkennt die Fiederhaare nur undeutlich, *c* Matrix des Haares, an beiden Enden abgerissen, *d* Zellenelemente, welche das Haar bilden. 500 Mal vergrössert.

D. Halb herausgezogene Haartuben der inneren Antenne, die Weichtheile entfernt. *a* Die neue Schalenhaut, *b* der noch nicht ausgestülpte Theil des Haares, *c* eine Verdickung an der Basis des Haares, eine Art Zahn.

Fig. 44. Häutung der Hörhaare.

A. Von der Seite des Schwanzanhanges von Palaemon. ϑ Das Hörhaar, *a* die alte Schalenhaut, a' die neue Schalenhaut, *b* Chitinogenzellen, *c* der Haartubus, *d* die Spitze des neuen Haares an die Lingula $\mathfrak{l}$ herangehend, $\mathfrak{c}$ Chorda.

B. Otolithenhaar von Mysis ohne Präparation von der Seite gesehen, der Otolith und sonstige Theile sind weggelassen. η Das Haar, ξ die Membran des Hörsackes, *c* der Haartubus, an seinem Ende abgeschrägt.

C. $\dddot{\mathrm{C}}\mathrm{r}$-Präparat der Hörhaartuben von der ersten Querreihe der inneren Antennen, Palaemon antennarius. *a* Die neue Antennenhaut, ϑ die Hörhaartuben, noch gefüllt und theilweise umgeben von ihren Zellenmassen, ϑ' ein Hörhaar oder Schwimmhaar von den Zellen befreit, *b* ein Schwimmhaar, zufällig unter der Antennenhaut liegend, $\mathfrak{c}$ die doppelten Chorden, $\mathfrak{c}'$ eine einfache Chorde, in ein Hörhaar gehend. P. d. K. A.

D. Ein Hörhaartubus von derselben Stelle. *a* Die Antennenhaut, ϑ der Haartubus, theilweise von seinen Zellen überdeckt, theilweise davon entblösst, $\mathfrak{c}$ die aus ihm hervortretenden Chorden, $\mathfrak{c}'$ die an der Spitze weit vorragende und wohl bei der Präparation halb herausgezogene alte Chorde. 500 Mal vergrössert. P. d. K. A.

I. Hörhaare von Spirituspräparaten.

Fig. 45. Hörhaare von Alpheus.

A. Otolithenhaar. 𝔩 Die Lingula, sie steht ähnlich wie bei Palaemon an der concaven Seite des Haares und hat auch am Anfang einen Knoten, an den sich der Nerv anheften mag, 𝔣 Fiederseite, an der die wolkige innere Masse nach abwärts zu sehr stark entwickelt ist, 𝔨 Kugelmembran, bei 𝔨′ zwischen 𝔷 Zahn und 𝔣 Fiederseite ausgespannt. 500 Mal vergrössert. P. d. K. A.

B. Kleines freies Haar der Höhle. 𝔨 Kugelmembran, 𝔥 Haarbecher, *a* der Knoten des Haarbechers, von dem die Kugelmembran zu entspringen scheint.

C. Grosses freies Haar der Ohrhöhle, die Spitze ist abgebrochen. 𝔩 Lingula, an welche nach abwärts zu sehr dicht die wolkige Substanz der Fiederseite herantritt, *b* Inhalt der Aushöhlung des Haarschaftes, auf die Neubildung des Haares zu beziehen, *d* Fortsatz der wolkigen Belegmasse bis zum Anfang der Lingula herab. 500 Mal vergrössert.

Fig. 46. Hörsack von Pagurus, ein Haar intact, ein zweites entfernt, um dessen Ursprung zu zeigen. 𝔥 Der Haarbecher, *a* in denselben vorspringender Knopf, 𝔨 Kugelmembran, Knopf und Haar verbindend, 𝔩 die auffallend scharfe Lingula. 250 Mal vergrössert.

Fig. 47. Hörhaare von Gelasimus.

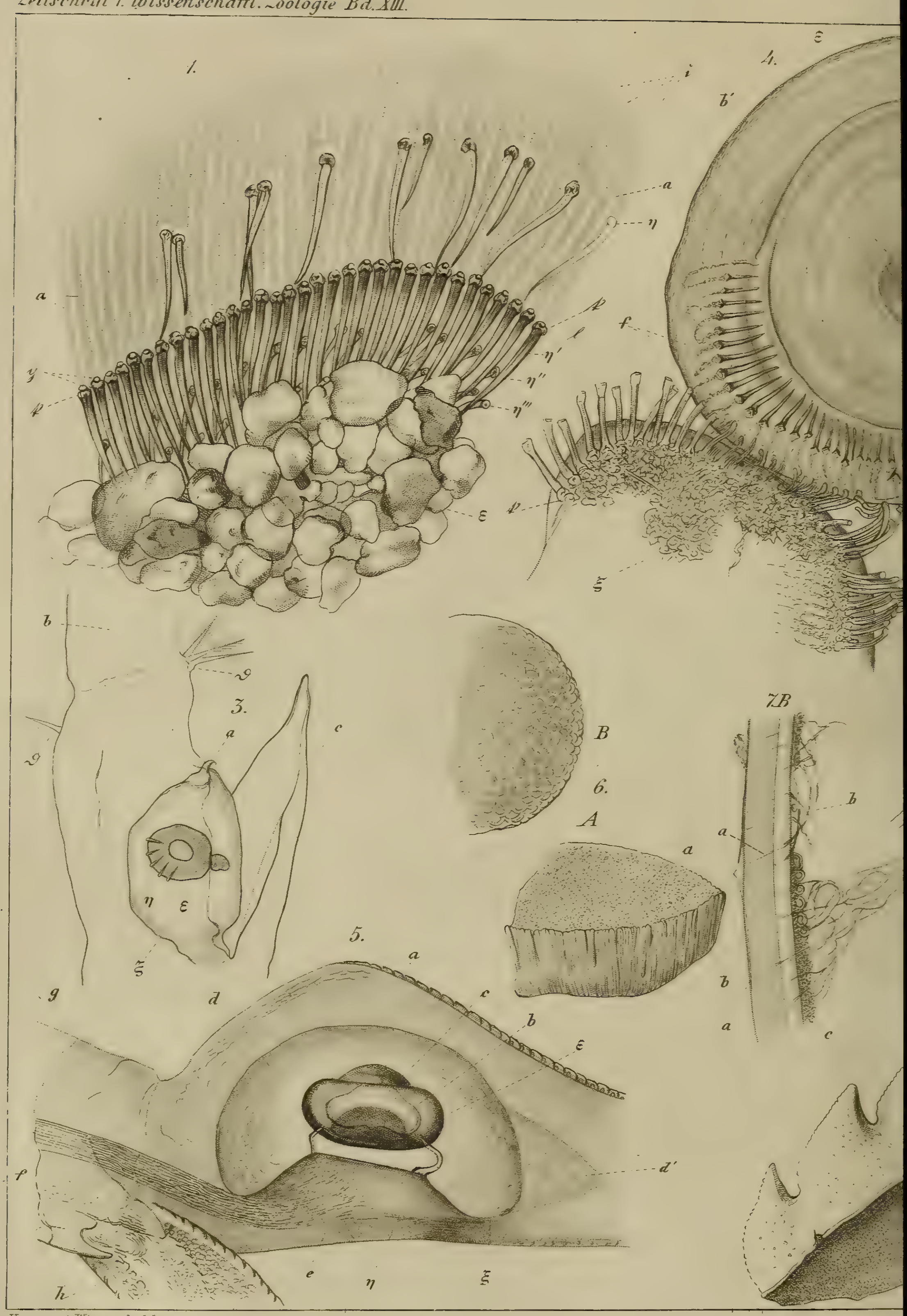
A. Fadenhaar. *a* Antennenhaut, 𝔥 Haarbecher, *b* glänzende Anschwellung des Haares.

B. Otolithenhaar, ausgerissen. *b* Glänzende Anschwellung wie bei *A*, *d* Knoten am Anfangstheil der Lingula.

Fig. 48. *A*. Otolithenhaar von Sesarma, bei *a* der Knopf an der Spitze desselben.

B. Hörhaar von Hyas araneus; es ist an der Mitte so platt und blass, dass es fast ganz verschwindet. Bei 𝔫 der Knopf an der Spitze, die Narbe. 𝔭 Der etwas verlängerte Porencanal.



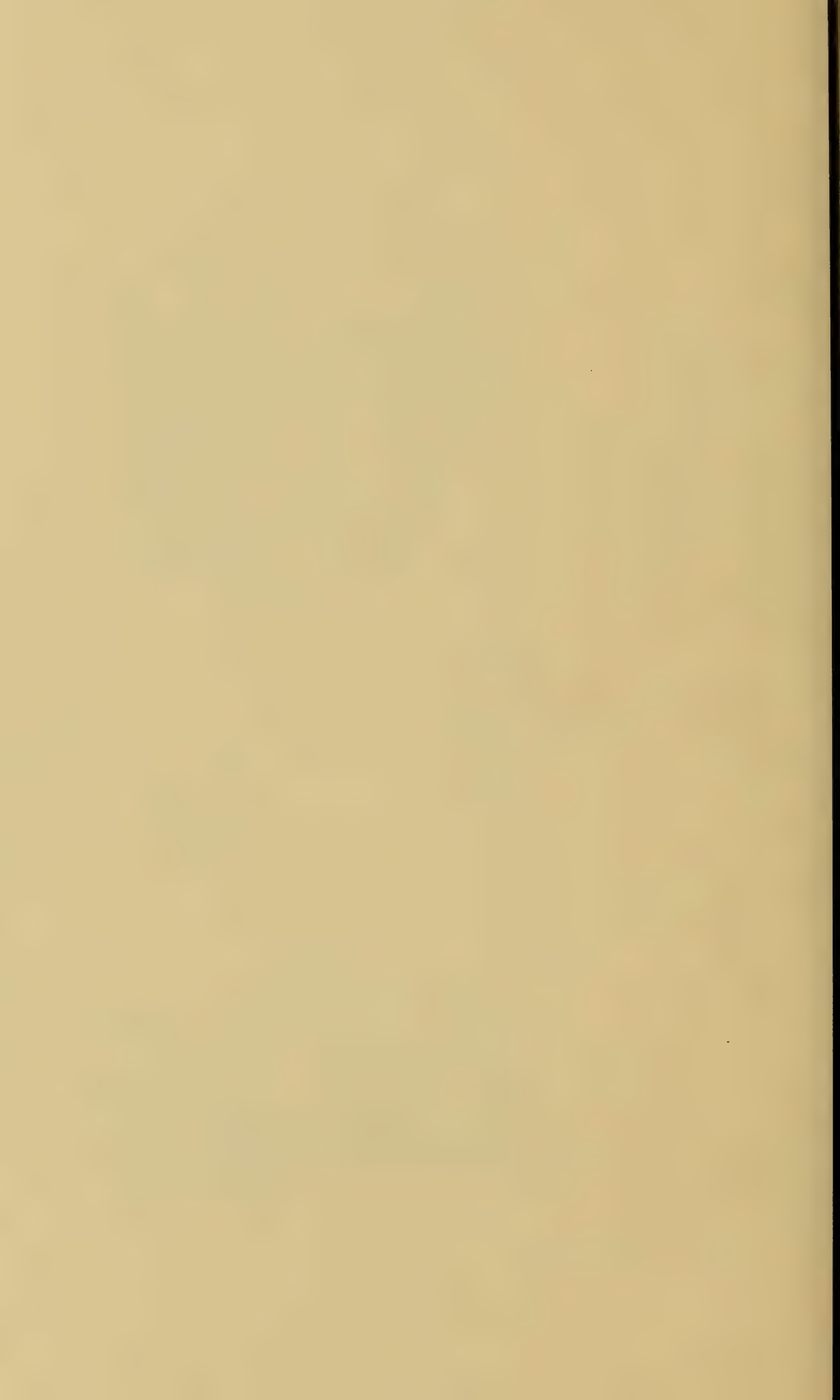


Hensen et Wittmaack del.

1. 3. 5. 6. 4. 7.B



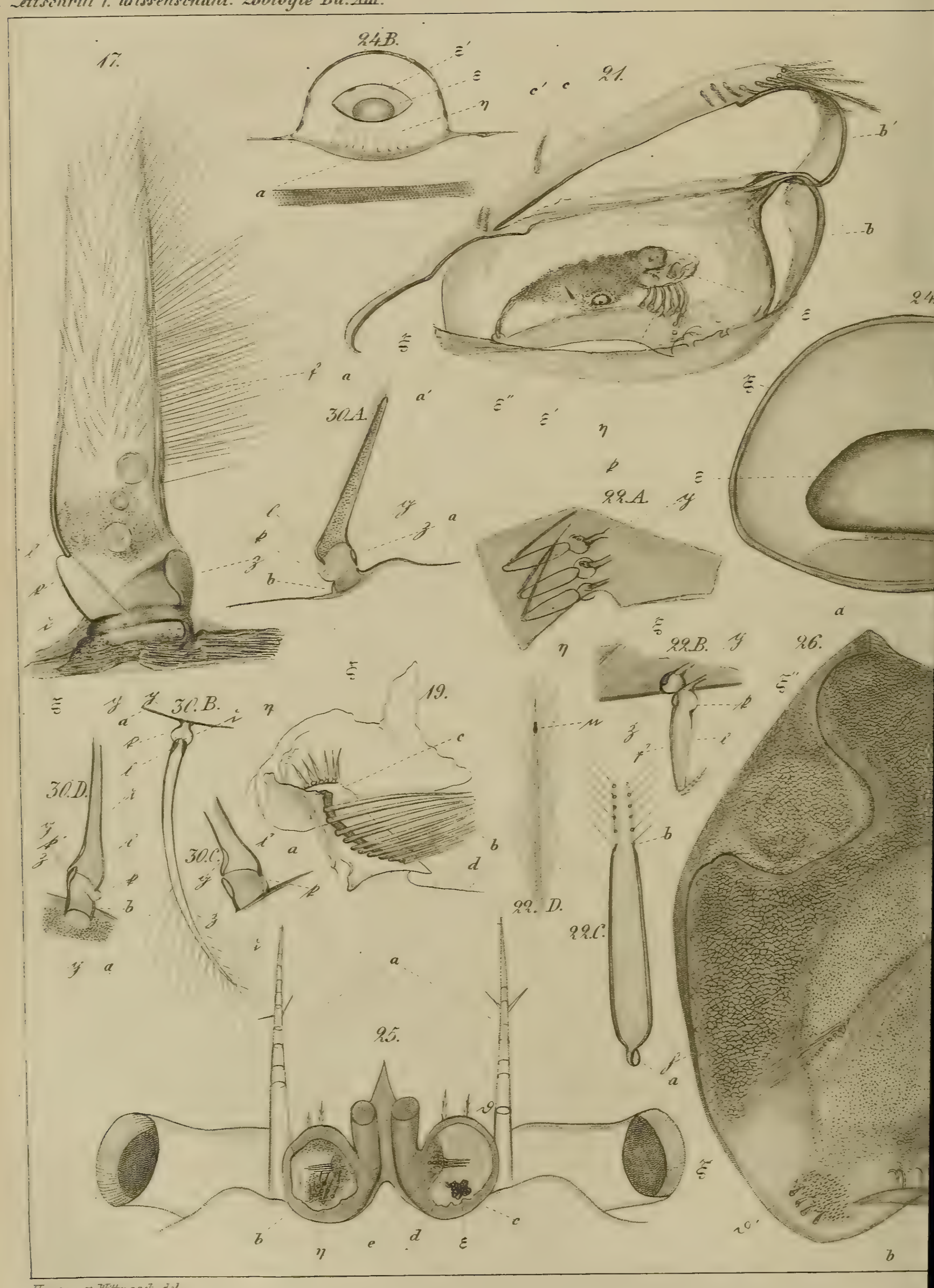
J C Loedel sc



1. 3. 5. 6. 4. 7.B 12. 7.A 14. 13. 16.8. 15. 10. 9.A 11. 9.B





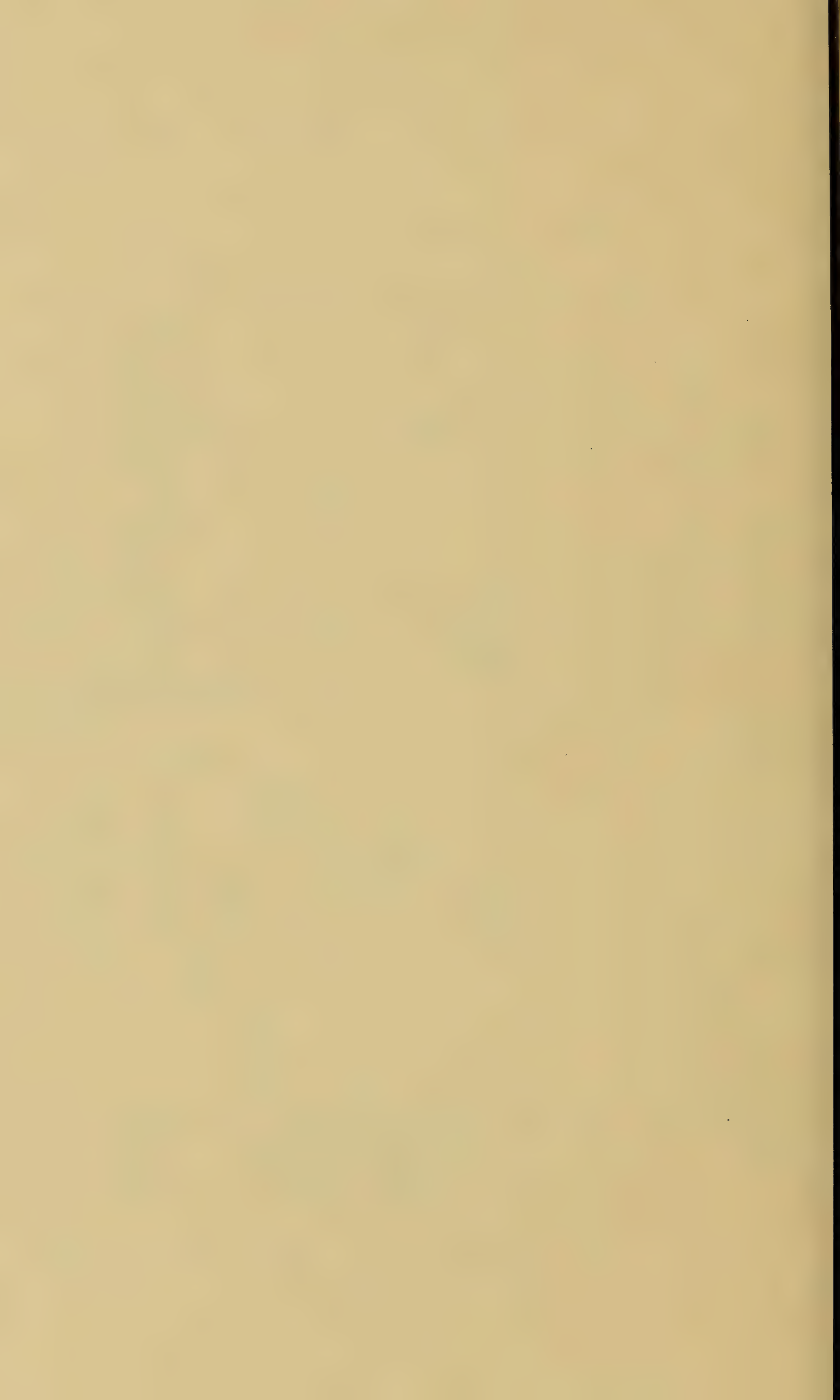


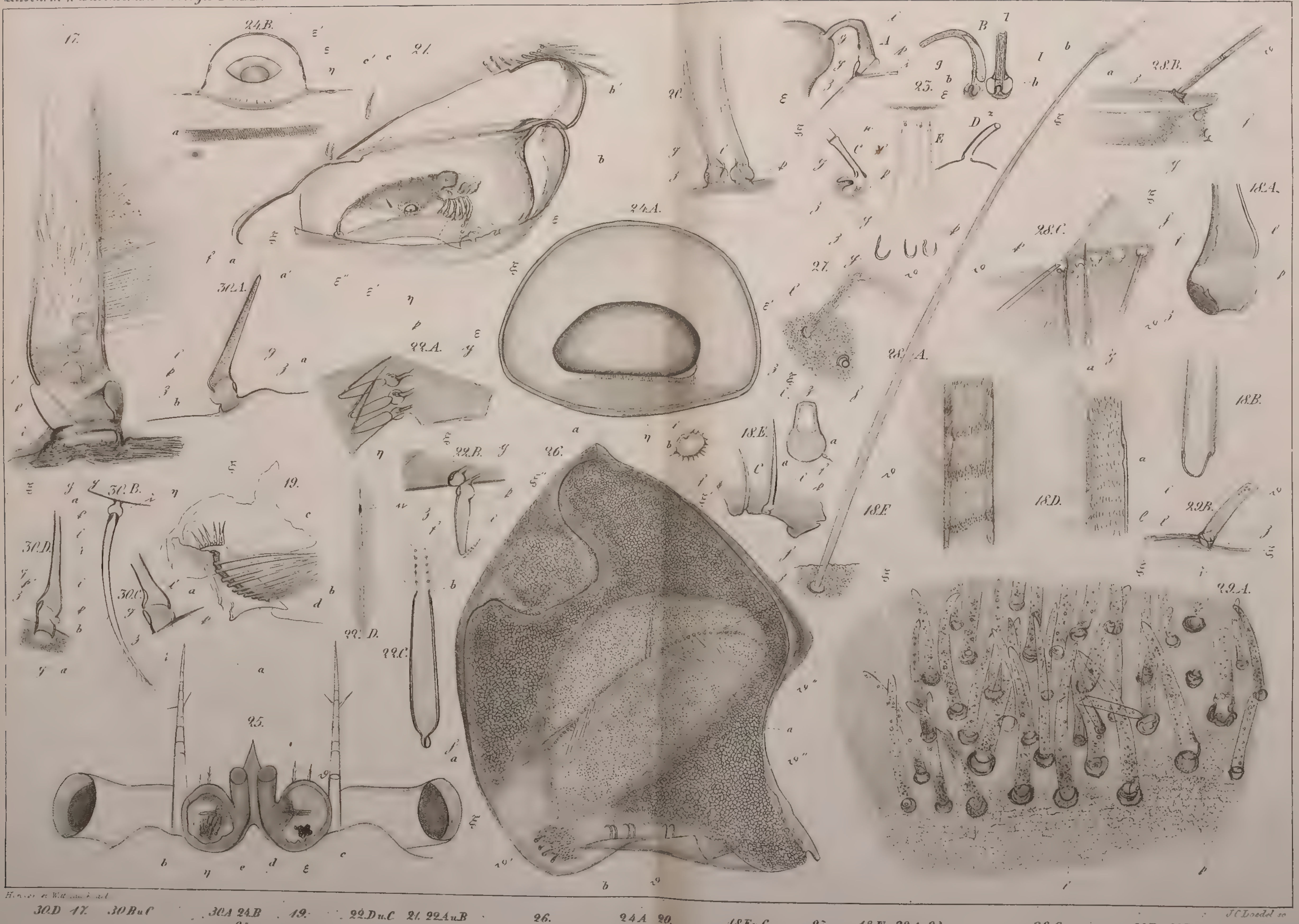
Hensen et Wittmaack del.

30.D 17. 30 B u C 30.A 24 B 25. 19. 22 D u C 21. 22 A u B 26.

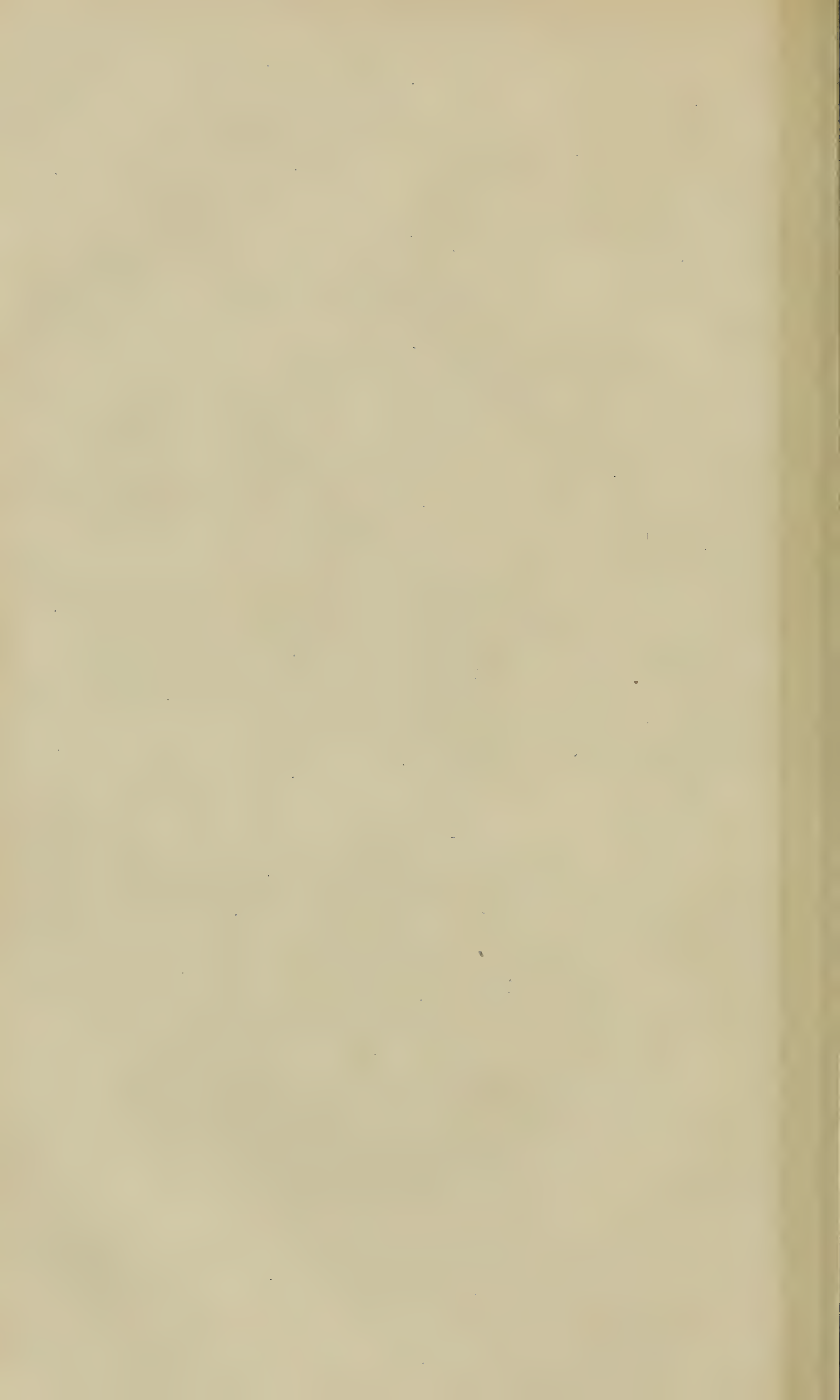


18.E u. C 27. 18.E. 28.A 23. 28.C 18.D 28.B 29.B u. A. 18.A u. B

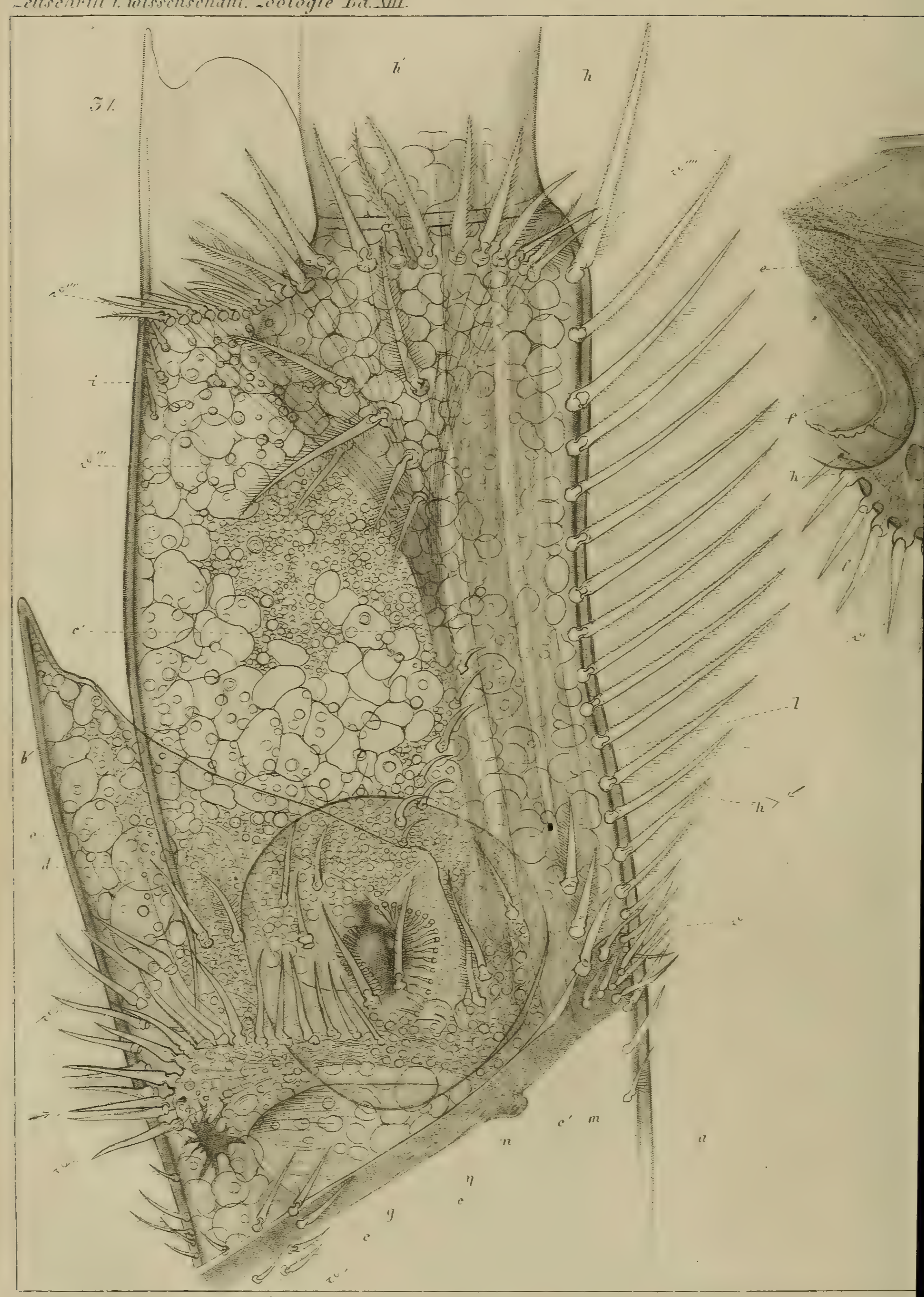




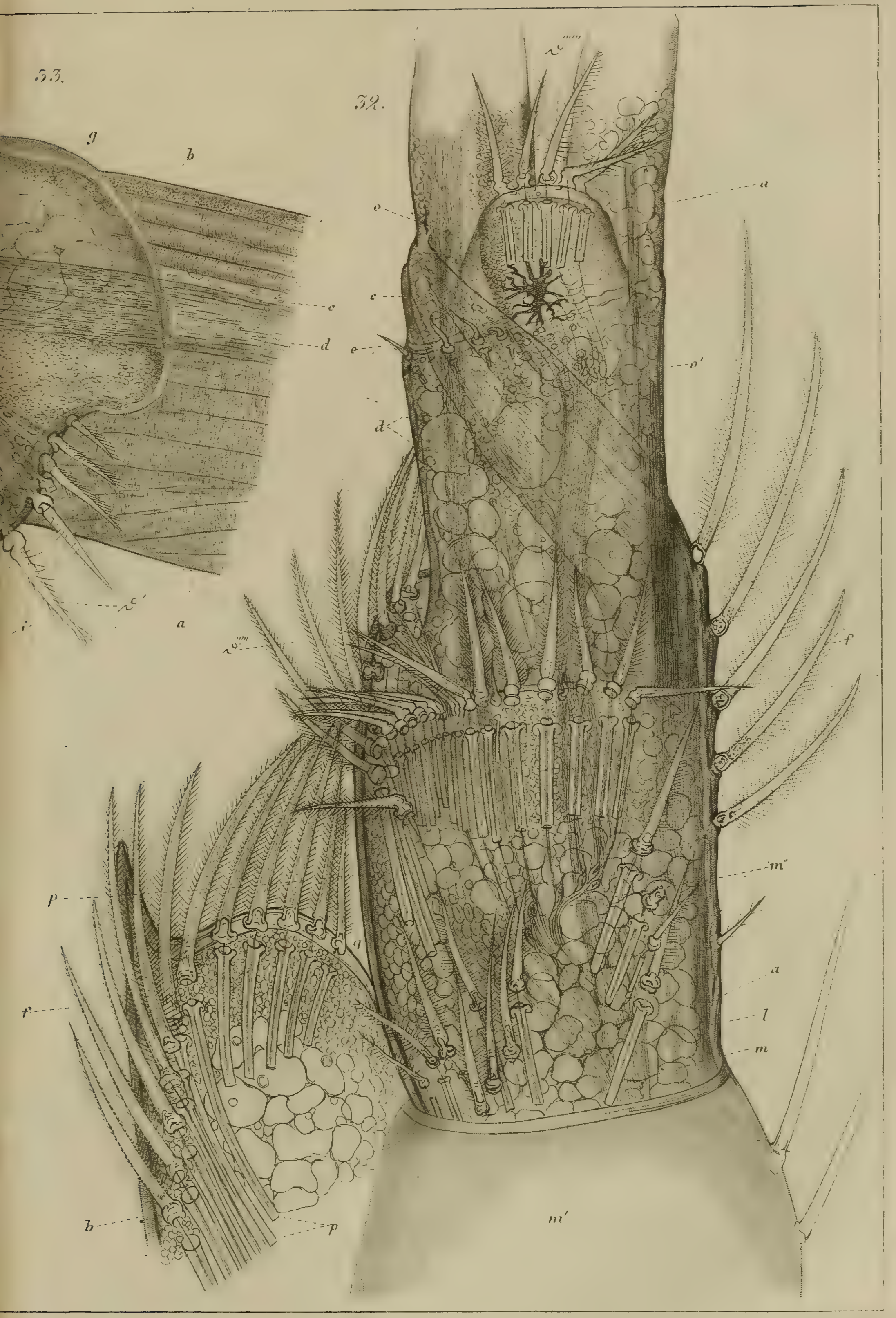
30.D 17. 30.B u.C 30.A 24.B 25. 19. 22.D u.C 21. 22.A u.B 26. 24.A 20. 18.E u.C 27. 18.E 28.A 23. 28.C 18.D 28.B 29.B u. A. 18.A u.B

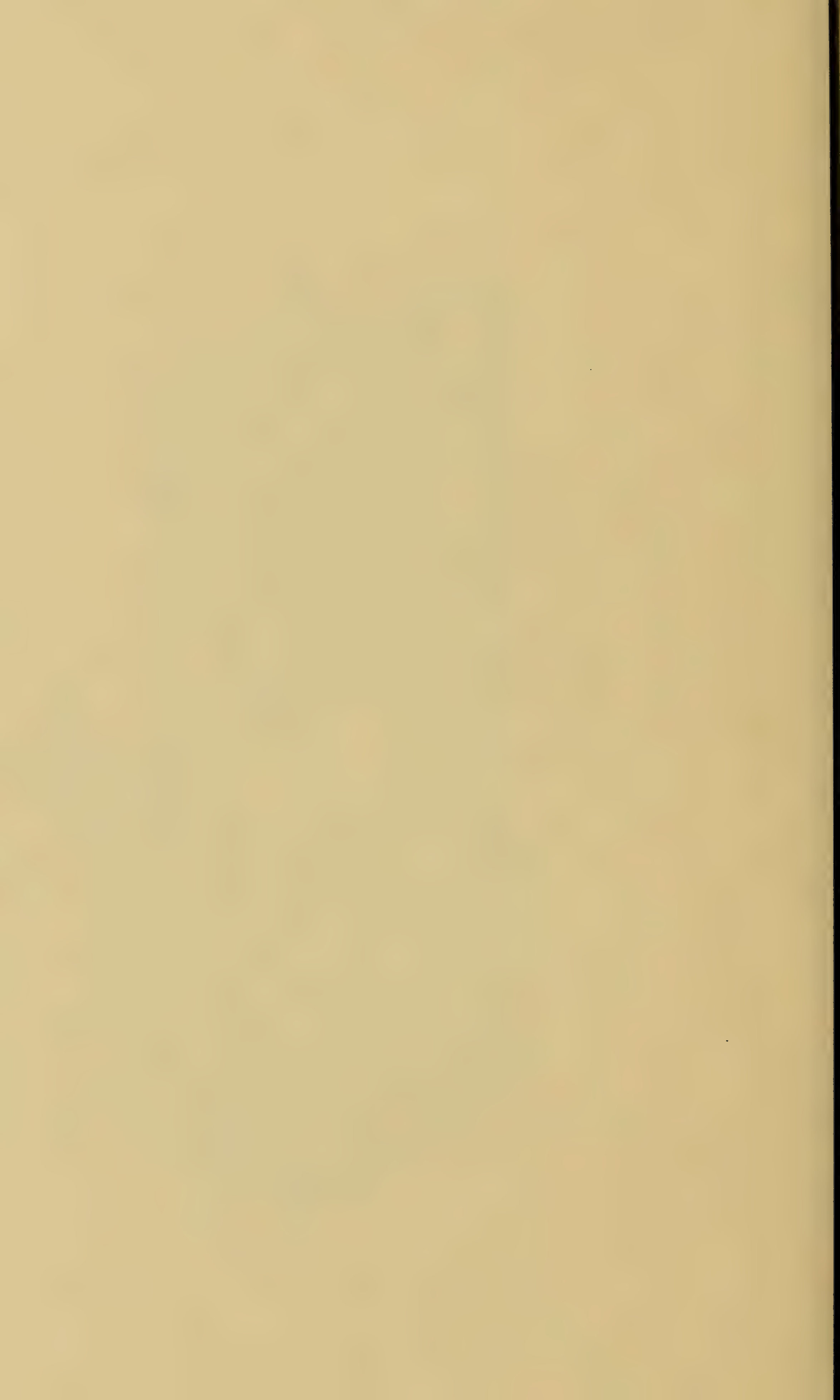


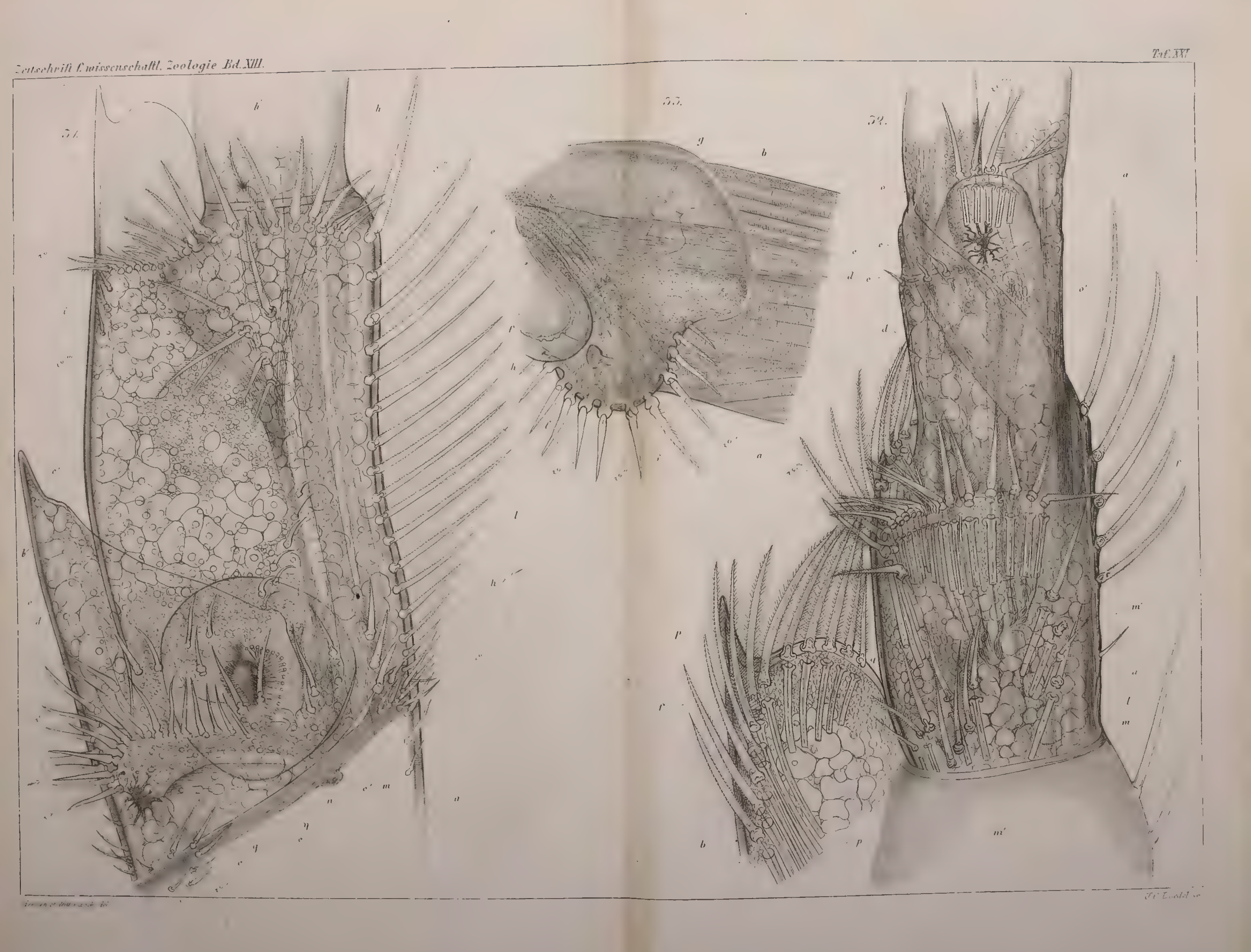


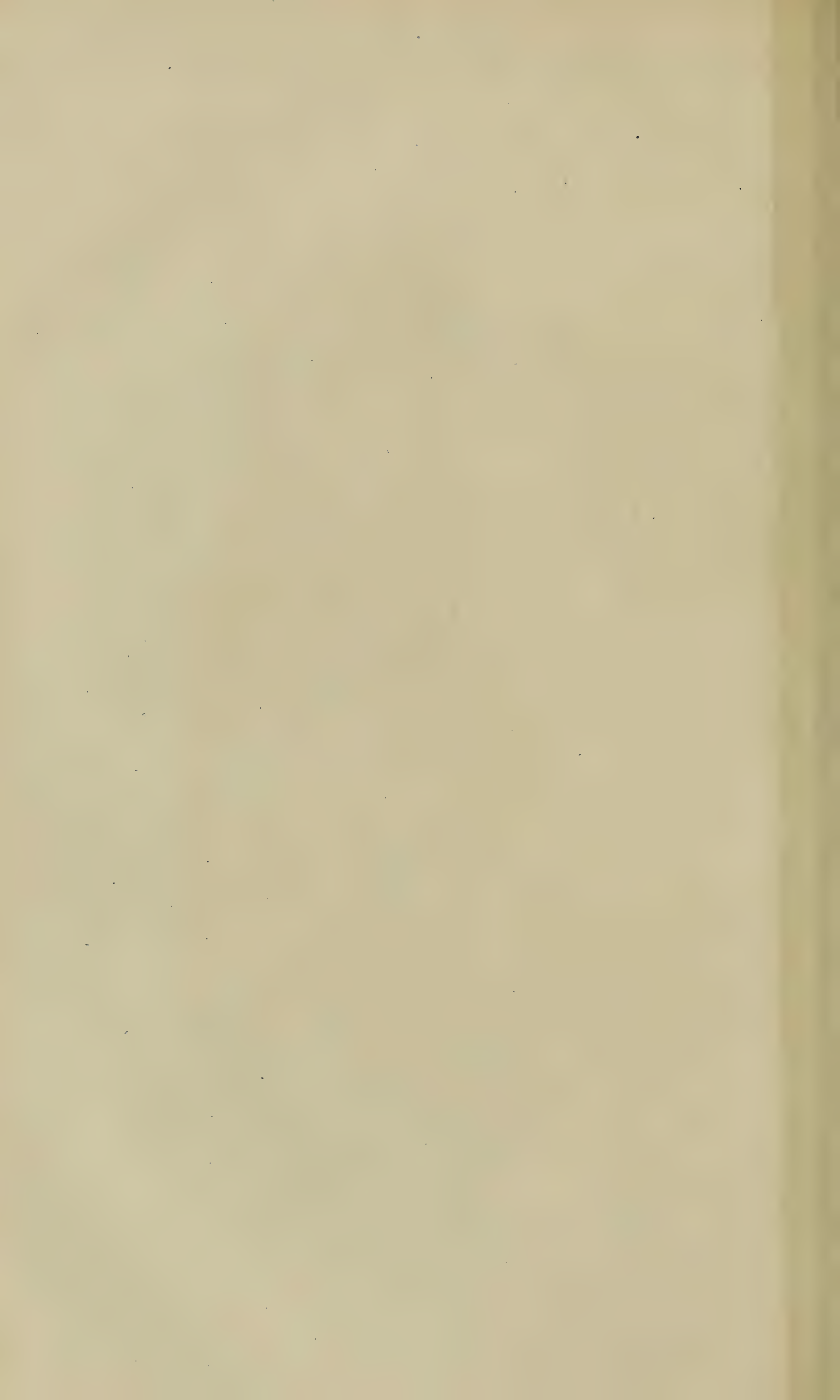


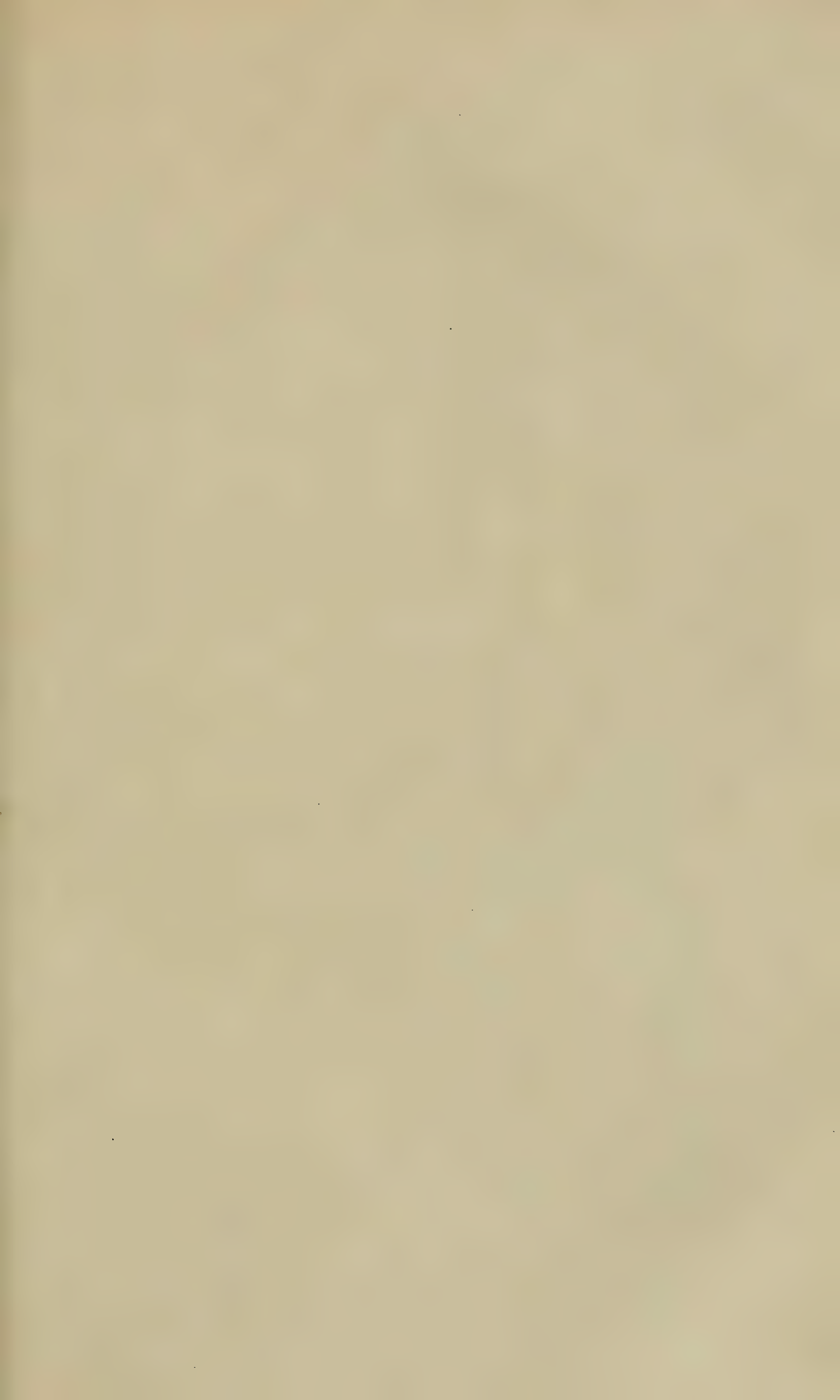
Hensen et Wittmack del.

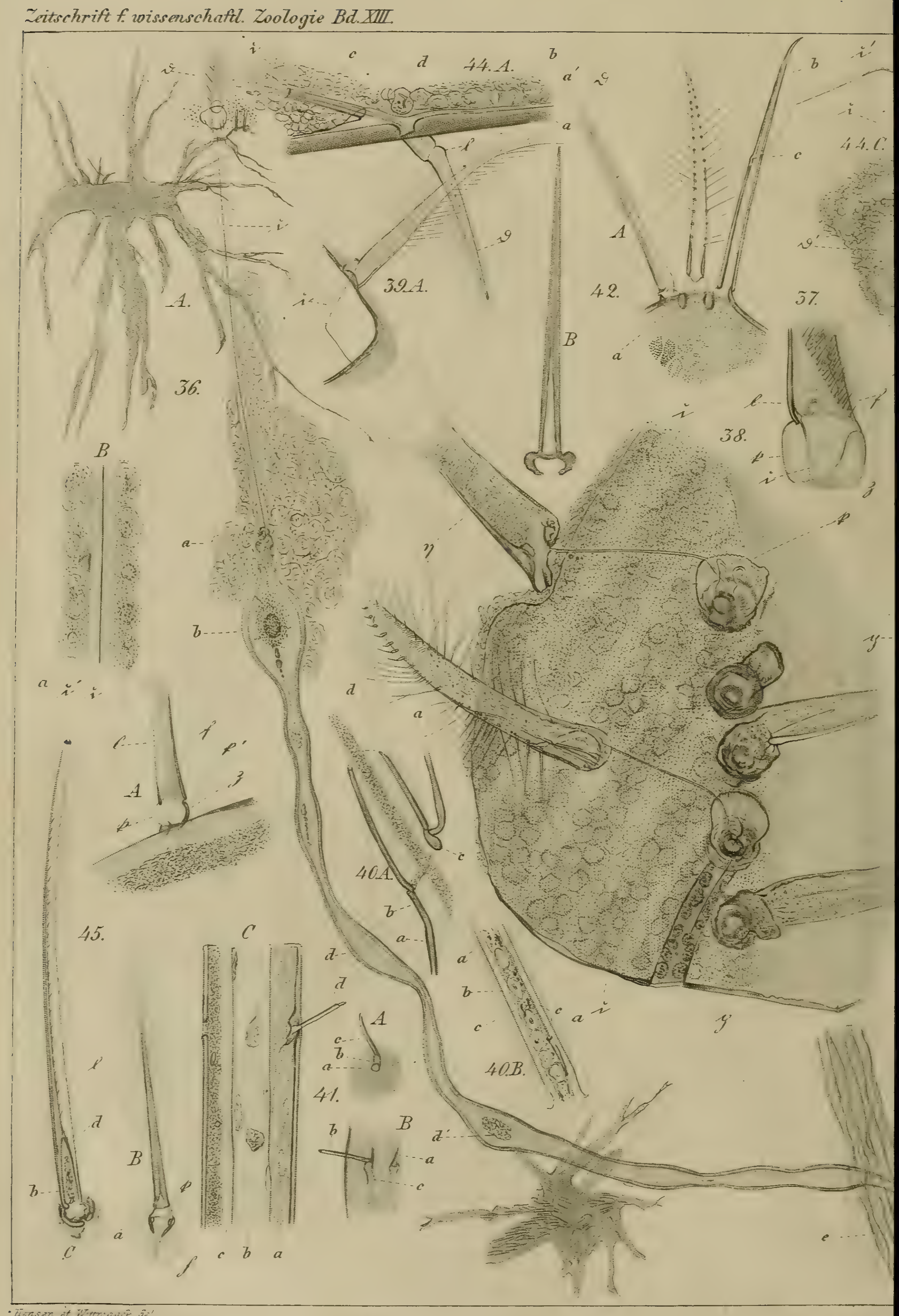

33.
32.
g
b
a
o
c
e
d
o'
a
f
m''
a
l
m
m'
p
q
r
b
p

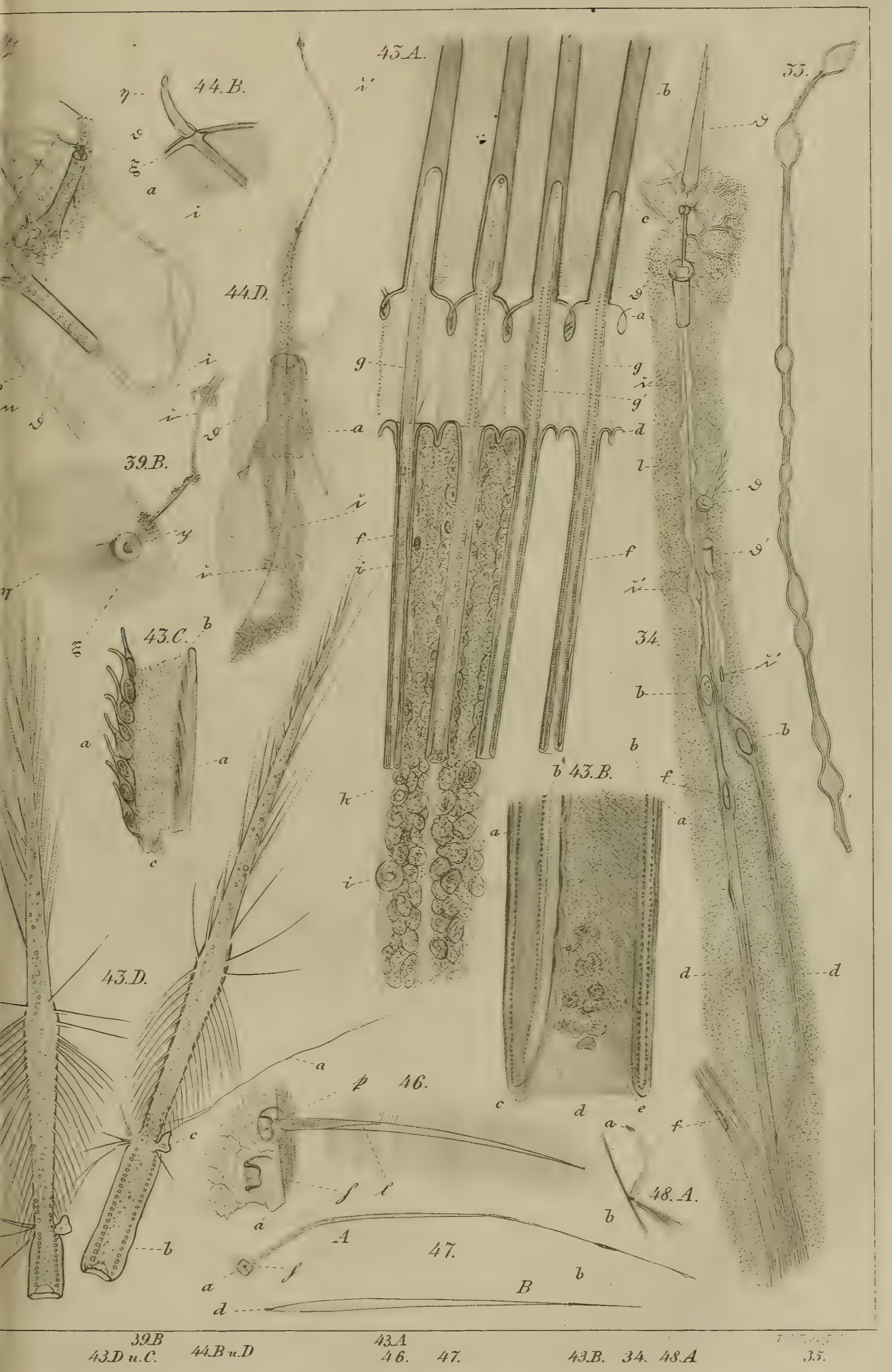




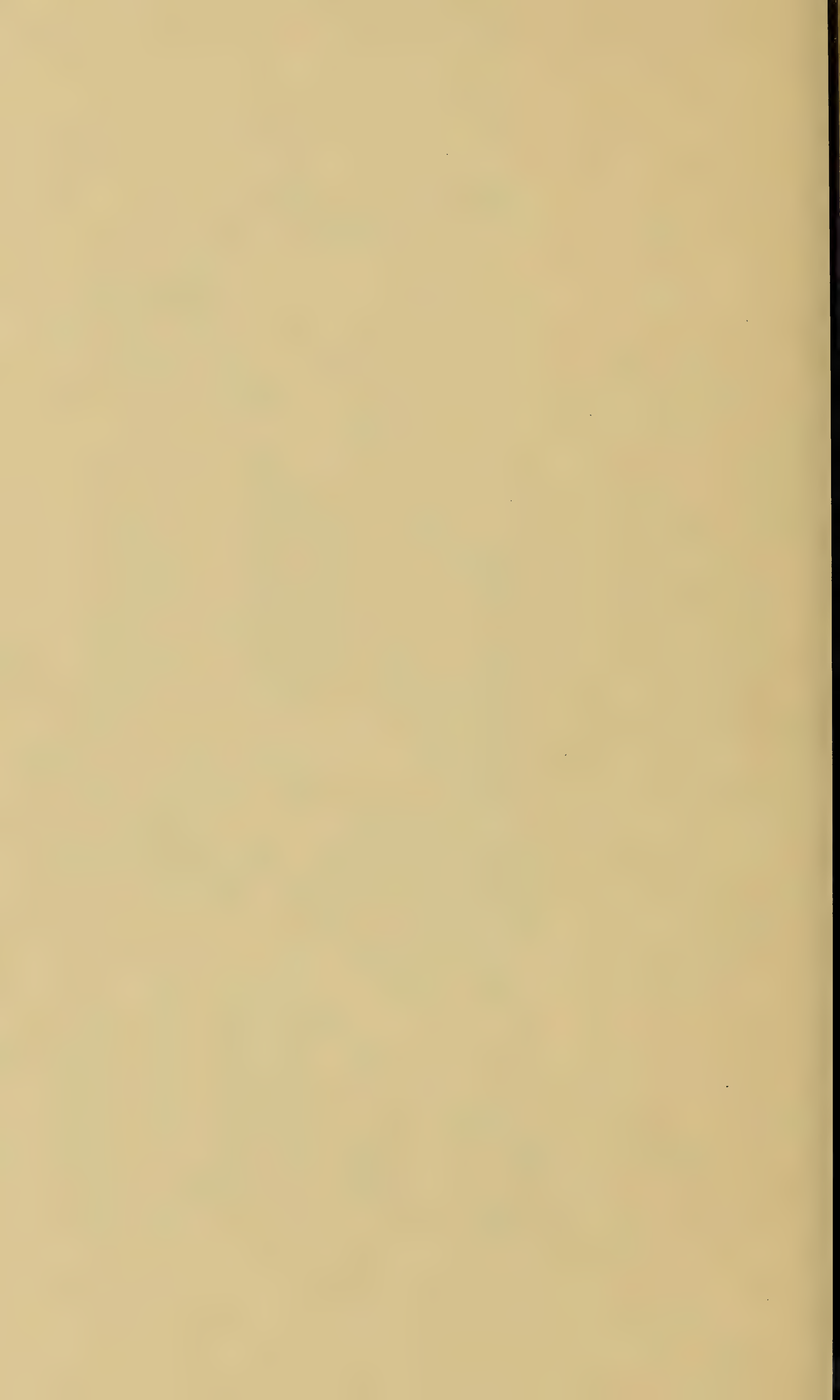


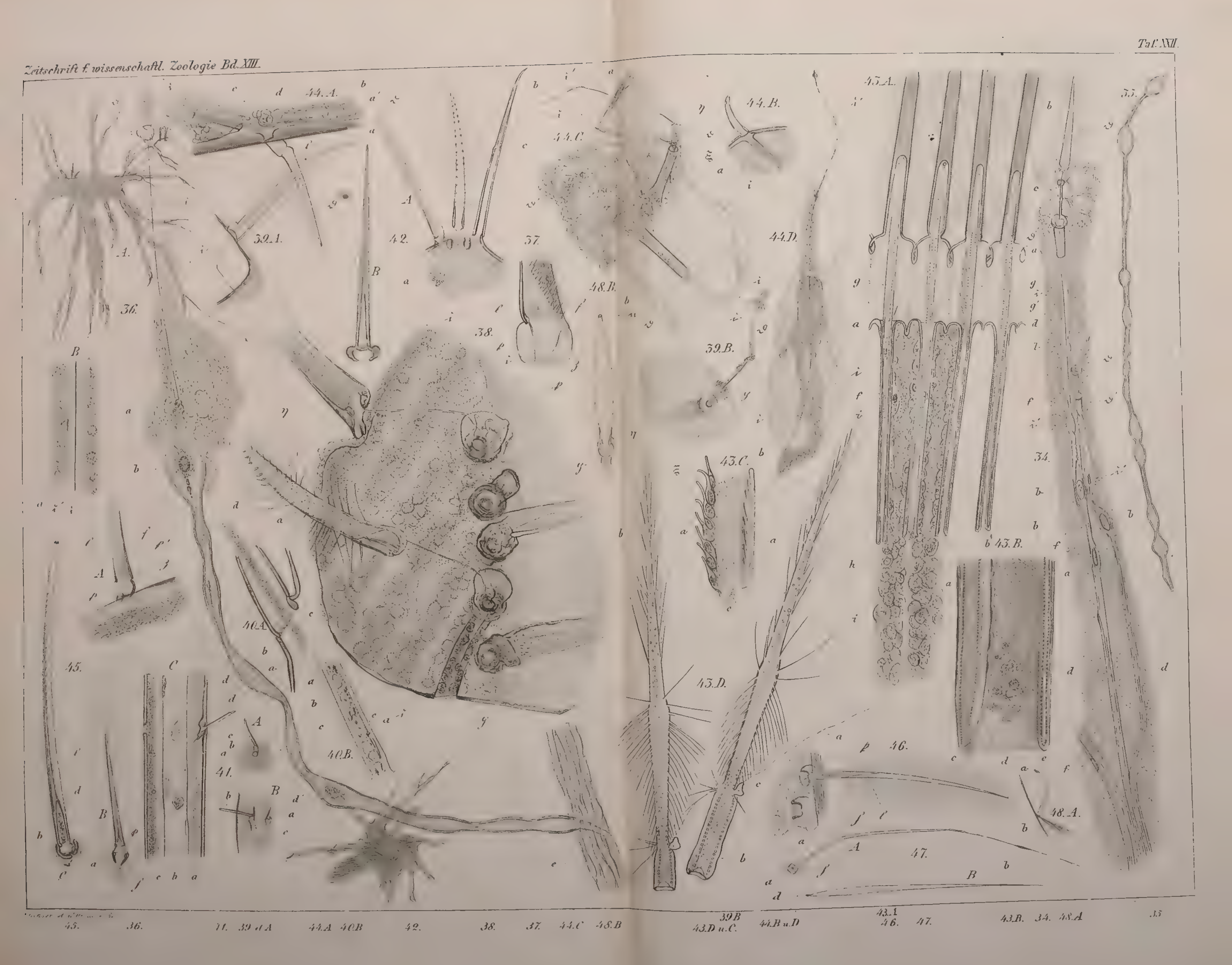


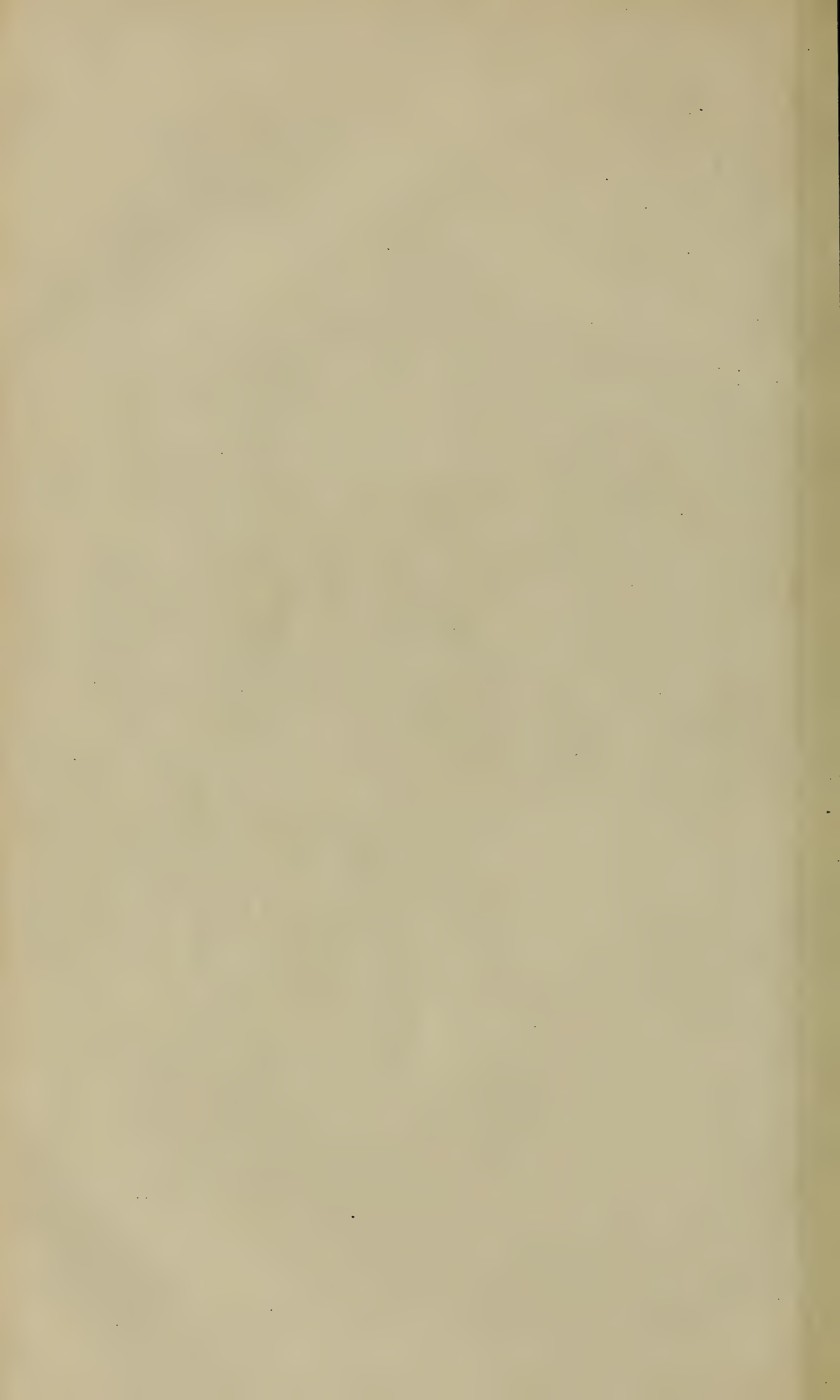


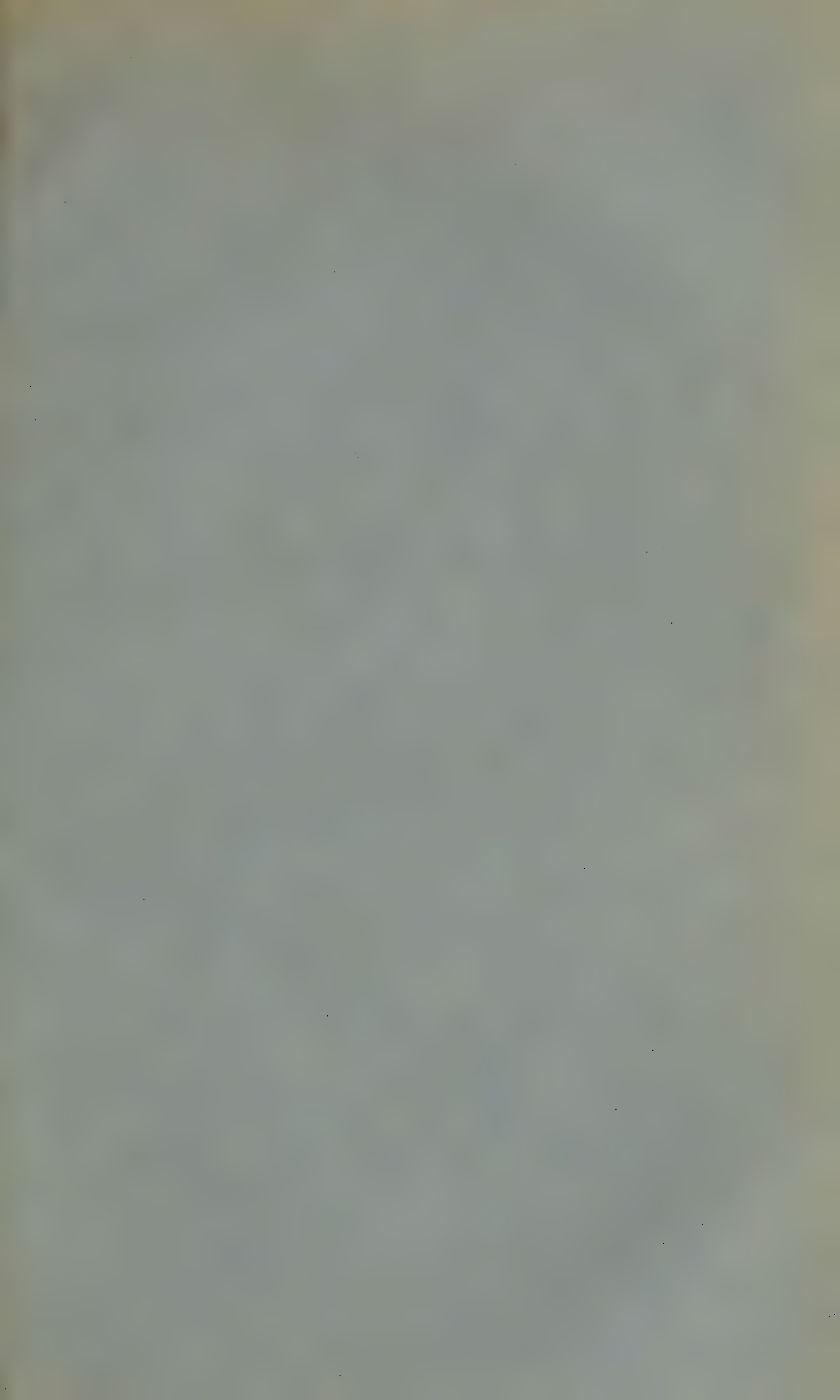


43.A.
44.B.
44.D.
39.B.
43.C.
43.D.
34.
35.
43.B.
46.
47.
48.A.
39B
43D u.C.
44B u.D
43A
46.
47.
43B.
34.
48A
35.




44. A.
39. A.
42.
37.
44. C.
44. B.
44. D.
45. A.
35.
36.
38.
48. B.
39. B.
43. C.
34.
43. B.
40. A.
40. B.
41.
45.
43. D.
46.
48. A.
47.
45. 36. 41. 39 u. A 44. A 40. B 42. 38. 37. 44. C 48. B 39. B 43. D u. C. 44. B u. D 43. A 46. 47. 43. B. 34. 48. A 35





Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.







